



TIBBIY NIQOBLARNING ELEKTROSTATIK XUSUSIYATLARINI O'RGANISH VA TAHLIL QILISH

D.A.Odilbekova

Magistrant, Toshkent to'qimachilik va yangi sanoat instituti

Annotatsiya: Ushbu maqolada tibbiy niqob materialining statik elektrlanish xossalari RS-101D Rotary Static Tester qurilmasi yordamida laboratoriya sharoitida o'rganildi. Tadqiqotda niqobdagi meltblown qatlaminin ishqalanish natijasida hosil qiladigan elektr zaryad miqdori aniqlanib, 850–920 V oralig'idagi qiymatlar qayd etildi. Sinovlar GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014 va JIS T8118–2020 xalqaro standartlariga asoslanib olib borildi. Olingan natijalarga ko'ra, niqob materiali xavfsiz darajada statik zaryad hosil qilishi aniqlanib, bu uning bakterial filtratsiya samaradorligini ta'minlaydi. Maqola yakunida niqob ishlab chiqarishda antistatik ishlov texnologiyalarini joriy etish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Аннотация: В данной статье исследованы электростатические свойства материала медицинской маски с использованием лабораторного прибора RS-101D Rotary Static Tester. В ходе эксперимента измерено количество электрического заряда, возникающего в среднем слое meltblown, которое составило от 850 до 920 В. Испытания проводились в соответствии с международными стандартами GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014 и JIS T8118–2020. По полученным результатам установлено, что заряд находится в пределах нормы и способствует повышению эффективности бактериальной фильтрации. В заключении предложены рекомендации по внедрению антистатической обработки при производстве медицинских масок.

Abstract: This article presents a laboratory study of the electrostatic properties of medical mask materials using the RS-101D Rotary Static Tester device. The experiment focused on measuring the surface charge generated by the meltblown layer due to friction, with results ranging from 850 to 920 volts. Tests



were conducted according to international standards such as GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014, and JIS T8118–2020. The findings show that the charge level remains within a safe range and enhances bacterial filtration efficiency. The article concludes with recommendations for implementing antistatic treatment technologies in medical mask production

Zamonaviy tibbiyotda foydalaniladigan individual himoya vositalari, xususan, tibbiy niqoblar, inson salomatligini xavfli aerosol zarrachalaridan, bakteriya va viruslardan himoya qilishda muhim vosita sanaladi. 2020-yildan boshlab dunyo miqyosida yuzaga kelgan COVID-19 pandemiyasi tibbiy niqoblarning ishlab chiqarilishi, sifati va nazorat tizimiga bo'lgan talabni keskin oshirdi [1]. Bunday sharoitda niqoblarda ishlatiladigan materiallarning texnik va fizik xossalarini chuqur o'rganish zaruriyati paydo bo'ldi. To'qimachilik materiallarining statik elektrlanish holati ularning ishlash samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tibbiy niqoblar inson nafas olish tizimi bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqada bo'lgani bois, statik elektrlanish darajasi juda muhim texnologik ko'rsatkich hisoblanadi. Statik elektr zaryadining ortiqcha to'planishi nafaqat bemor va tibbiyot xodimiga noqulaylik tug'diradi, balki niqobning filtratsiya samaradorligini ham pasaytirishi mumkin [2]. Bundan tashqari, yuqori zaryadlangan sirtlar chang, aerosol va mikroorganizmlarni o'ziga tortishi mumkin, bu esa niqobning himoya xususiyatlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi [3].

Tibbiy niqoblarda ko'pincha polipropilen asosidagi "meltblown" va "spunbond" qatlamli materiallar ishlatiladi. Ular engil, havo o'tkazuvchan, bakteriyalarga qarshi filtratsiya qobiliyatiga ega bo'lsa-da, statik elektrlanishga moyilligi bilan ajralib turadi [4]. Shu sababli, niqob materialining statik xossalarini baholash va nazorat qilish xalqaro standartlarga asoslangan zamonaviy laboratoriya uskunalari yordamida amalga oshirilishi kerak.

Statik elektrlanishni aniqlashda keng qo'llanilayotgan uskunalardan biri bu RS-101D Rotary Static Tester hisoblanadi. Mazkur qurilma yordamida to'qimachilik va kompozit materiallarning aylanuvchi sirt bilan ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan elektr zaryad miqdori aniq o'lchanadi [5]. Qurilma yuqori



aniqlikdagi sensorlar, elektron boshqaruv paneli va printer bilan jihozlangan bo‘lib, sinov natijalarini tez va ishonchli olish imkonini beradi.

Ushbu maqolada RS-101D qurilmasidan foydalanib, tibbiy niqob materialining statik elektrlanish xossalarini laboratoriya sharoitida baholash tajribasi bayon qilinadi. Sinov xalqaro standartlarga – GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014 va JIS T8118–2020 – asoslangan holda o‘tkazildi.

Tadqiqot ob’ekti va uskunasi: Mazkur tadqiqotning asosiy ob’ekti sifatida tibbiyotda keng qo‘llaniladigan uch qatlamli niqob materialining namunasi tanlandi. Ushbu niqoblar, odatda, "spunbond–meltblown–spunbond" (SMS) tuzilishga ega bo‘lib, yuqori samarali bakterial filtratsiya, havo o‘tkazuvchanlik va qulaylikni ta’minlaydi. Materialning o‘rta qatlamida joylashgan meltblown struktura statik elektr yuki orqali zarrachalarni ushlab qolish xususiyatiga ega bo‘lsa-da, tashqi muhit bilan ishqalanish natijasida hosil bo‘ladigan ortiqcha elektr zaryad foydalanuvchi uchun noqulaylik va xavf tug‘dirishi mumkin [6].

Niqob namunasi RS-101D rusumli Rotary Static Tester qurilmasida sinovdan o‘tkazildi. Ushbu qurilma to‘qimachilik, texnik va tibbiy materiallarning elektrlanish darajasini aniqlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ishqalanish natijasida yuzada hosil bo‘ladigan statik zaryad miqdorini volt (V) birligida o‘lchaydi [7]. Qurilma GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014 va JIS T8118–2020 xalqaro standartlariga asoslangan holda sinov o‘tkazish imkonini beradi [8].

Qurilmaning asosiy texnik tavsiflari quyidagicha:

Namuna o‘lchamlari: 50×60 mm yoki 25×170 mm.

Elektr kuchlanish manbai: 100 V.

O‘lchov mexanizmi: aylanuvchi disk, statik detektor, va avtomatik printer.

Boshqaruv tizimi: tugmali panel orqali boshqariladi, 1 daqiqalik avtomatik test funksiyasiga ega.

Chop etish: o‘lchov natijalari qurilmaning printerida chiqariladi.

Sinov uchun tayyorlangan tibbiy niqob namunasi qurilmaning aylanuvchi yuzasiga joylashtirilib, 1 daqiqalik standart rejimda o‘lchov amalga oshirildi. Qurilma materialning yuzasida yig‘ilgan zaryad miqdorini aniqlab, natijani raqamli



ko‘rinishda aks ettirdi. Mazkur o‘lchovlar yordamida tibbiy niqoblar ishlab chiqarishda ishlatiladigan materiallarning statik xavfsizlik ko‘rsatkichlari obyektiv baholandi.

Tadqiqot jarayonida sinov sharoitlari quyidagicha saqlab turildi:

Xonadagi harorat: 20 ± 2 °C,

Nisbiy namlik: 65 ± 2 %.

Bunday sharoitlar xalqaro standartlarda tavsiya etilgan optimal laboratoriya muhiti hisoblanadi va sinov natijalarining ishonchliligini ta'minlaydi [9].

Qurilmaning texnik tavsifi: Statik elektrlanish darajasini aniq va ishonchli baholash uchun ishlatiladigan RS-101D Rotary Static Tester qurilmasi zamonaviy laboratoriya talablari asosida ishlab chiqilgan va to‘qimachilik, tibbiyot hamda texnik materiallar yuzasida statik zaryad hosil bo‘lishini aniqlash uchun mo‘ljallangan [7].

Qurilmaning asosiy texnik parametrlariga quyidagilar kiradi:

Namuna o‘lchamlari: Qurilmada sinovdan o‘tkaziladigan namunalar uchun ikkita standart o‘lcham mavjud — 50×60 mm va 25×170 mm. Bu esa materialning fizik tuzilishiga va amaliy qo‘llanilishiga qarab moslashuvchanlikni ta'minlaydi.

Elektr kuchlanish manbai: Qurilma 100 voltli statik elektr kuchlanish bilan ishlaydi, bu miqdor sinov uchun xavfsiz bo‘lib, zaryadlarning hosil bo‘lishini model qilish uchun yetarli hisoblanadi.

Ish rejimi: Qurilma ishga tushirilgach, 1 daqiqalik avtomatik aylanish sikli orqali statik zaryad hosil bo‘ladi va bu holat doimiy sharoitda takrorlanadi.

O‘lchash tizimi: Qurilmada elektrostatik zaryadni aniqlovchi sensor va o‘lchov qiymatini raqamli displeyda aks ettiruvchi indikator mavjud. O‘lchangan qiymatlar zaryad miqdorini volt (V) birligida ko‘rsatadi [10].

Printer tizimi: Qurilmaga o‘rnatilgan printer sinov natijalarini avtomatik ravishda qog‘ozga chop etadi, bu esa natijalarni rasmiy hujjatlashtirishda muhim ahamiyatga ega [7].

Qurilmaning konstruksiyasi quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan:



1. Boshqaruv paneli – qurilmani ishga tushirish, vaqtni sozlash, printerni boshqarish kabi funksiyalarni bajaradi.

2. Aylanuvchi disk (statik ishqalanish yuzasi) – namunani ishqalaydigan va zaryad hosil qiladigan qism.

3. Namuna ushlagich – mato yoki niqob namunasi joylashtiriladigan qismlar.

4. Statik elektr o'lchagich – hosil bo'lgan zaryadni aniqlovchi sensor va signalni qayta ishlovchi elektron blok.

5. Printer – sinov tugagandan so'ng o'lchov natijalarini bosma shaklda chiqaradi.

Qurilmaning ishlashi uchun optimal sharoitlar quyidagicha belgilanadi:

Xonadagi harorat: 20 ± 2 °C,

Nisbiy namlik: 65 ± 2 %.

Bu parametrlar xalqaro standartlar tomonidan tavsiya etilgan shartlar bo'lib, tajribaning takrorlanuvchanligi va aniqligi uchun muhim omillardir [9].

Shuningdek, qurilma quyidagi xalqaro standartlarga mos ishlash tamoyiliga ega:

GB/T 12703.5–2010 (Xitoy),

JIS L1094–2014 (Yaponiya),

JIS T8118–2020 (Tibbiyot materiallari uchun standartlar) [8].

Shu bilan birga, RS-101D qurilmasining ko'p funktsiyali boshqaruv paneli va signal qayd etish mexanizmi uni o'quv va ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarida qo'llash uchun qulay va ishonchli vosita sifatida ajratib turadi.

Laboratoriya tajribasining o'tkazilish tartibi: Tibbiy niqob materialining statik elektrlanish darajasini baholash bo'yicha tajriba ishlari RS-101D Rotary Static Tester qurilmasida Toshkent To'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi zamonaviy fizik-sinov laboratoriyasida amalga oshirildi. Sinov ishlarini o'tkazishdan oldin xalqaro standartlar (GB/T 12703.5–2010, JIS L1094–2014) asosida oldindan tayyorlov bosqichlari bajarildi [8][9].

Namuna tayyorlash: Tajribada sinov uchun uch qatlamli tibbiy niqob materiali tanlandi. Niqobning filtr qatlami bo'lgan meltblown komponenti asosiy



statik zaryad tashuvchisi hisoblanadi. Niqob materialidan 50×60 mm hajmda namunalar standart andozalar asosida kesib olindi [7]. Tayyorlangan namunalar sinov vaqtida tekis joylashgan, yirtiq yoki deformatsiyalanmagan holatda bo'lishi ta'minlandi.

Qurilmani ishga tayyorlash: Qurilmani ishga tushirishdan oldin quyidagi tayyorgarlik ishlari amalga oshirildi:

Qurilma tekis, silkinmas sirtga o'rnatildi;

Tarmoqqa ulanishi (220V) va tuproqlanishi tekshirildi;

Kalibrovka sensori yordamida qurilmaning nol qiymati sozlandi;

Printer lentasi joylashtirildi va qog'oz yetarliligi tekshirildi [7].

Tajriba bosqichlari quyidagicha amalga oshirildi:

1. Namuna aylanuvchi sirtga joylashtirildi, uning har ikki cheti maxsus ushlagichlar bilan mahkamlandi.

2. Qurilma boshqaruv panelidagi start tugmasi bosilib, 1 daqiqalik avtomatik aylanish rejimi ishga tushirildi.

3. Aylanish davomida namunaga ishqalanish orqali statik elektr hosil qilindi.

4. Qurilmaning yuqori qismining markazida joylashgan statik elektr sensor hosil bo'lgan zaryadni aniqladi.

5. O'lchov yakunlangach, printer avtomatik tarzda natijani qog'ozga chop etdi.

Qurilmadan olingan har bir sinov natijasi laboratoriya jurnaliga yozib borildi. Har bir namunaga kamida uch marta takroriy o'lchov qo'llanildi va o'rtacha qiymat aniqlanib, statik zaryadning V (volt) birligidagi ko'rsatkichlari qayd etildi.

Laboratoriya sharoitining sinovga ta'sirini minimallashtirish maqsadida harorat va namlik standart muhit shartlarida -20 ± 2 °C va 65 ± 2 % – doimiy nazorat ostida saqlandi [9][11].

Mazkur uslubiy yondashuv natijalarni takrorlanadigan, ishonchli va xalqaro mezonlarga mos holatda olish imkonini berdi. Qurilmaning avtomatlashtirilgan boshqaruvi insoniy omillar ta'sirini kamaytirgan holda, laboratoriya ishining aniqligini oshirishga xizmat qildi [10].



Sinov sharoitlari: Tibbiy niqob materialining statik elektrlanish darajasini aniqlashda laboratoriya muhitining barqarorligi o'lchov natijalarining aniqligi va takrorlanuvchanligini ta'minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli RS-101D qurilmasida o'tkazilgan barcha sinovlar xalqaro standartlarga muvofiq nazorat ostida yaratilgan sharoitda amalga oshirildi [8][9][11].

Sinovlar ISO 139:2005 hamda GB/T 6529–2008 standartlariga asoslanib, quyidagi nazorat qilinadigan parametrlar doirasida olib borildi:

Xonadagi harorat: 20 ± 2 °C;

Nisbiy namlik: 65 ± 2 % [11].

Bu parametrlar tekstil va texnik materiallar uchun mos muvozanatli namlik va harorat rejimini ta'minlab, ishqalanish natijasida hosil bo'ladigan statik zaryadlarning tabiiy darajada shakllanishiga imkon beradi. Yuqori yoki past harorat, shuningdek, nisbiy namlikdagi keskin o'zgarishlar materiallarning dielektrik xossalarini o'zgartirib, elektrlanish natijalariga bevosita ta'sir ko'rsatishi mumkin [12].

RS-101D qurilmasi zavod sozlamalari asosida ishlatilgan bo'lib, hech qanday maxsus dasturiy o'zgartirishlar kiritilmadi. Sinov oldidan qurilma nol nuqtaga kalibrlashtirildi, printer qog'ozlari yangilandi, va namunalar bir xil formatda, tekis joylashtirildi [7]. Tibbiy niqob namunasi sinov oldidan: kamida 24 soat laboratoriya muhitida saqlangan (iqlimiy moslashuv); har qanday tashqi namlik yoki changdan tozalanib, quruq holatda turgan; burmali yoki ajinlangan joylari bo'lmagan. Bu shartlar RS-101D qurilmasining mexanik ishqalanish sirtida mato bilan teng kontakt yuzasini ta'minlab, hosil bo'ladigan zaryad miqdorining barqarorligini kafolatlaydi [10].

Har bir material namunasi ustida uch martalik takroriy o'lchov o'tkazildi. Har bir o'lchov oralig'ida qurilma 5 daqiqa davomida ishga tushirilmasdan turildi, bu esa elektrostatik fonni pasaytirish va oldingi natijalar ta'sirini kamaytirishga xizmat qildi. Natijada, olingan ma'lumotlar statistik jihatdan bir hil va ishonchli bo'lib, keyingi bosqichlarda tahlil qilishga imkon berdi [13].



Natijalar va ularning tahlili: Laboratoriya sharoitida RS-101D qurilmasi yordamida o'tkazilgan sinovlar tibbiy niqob materialining statik elektrlanishga moyilligini aniq ko'rsatdi. Har bir niqob namunasi uch martadan takroran sinovdan o'tkazildi va hosil bo'lgan zaryad miqdori volt (V) birligida o'lchandi. Sinovlar davomida niqob yuzasida paydo bo'lgan statik elektr zaryad 850 V dan 920 V gacha oraliqda o'zgarib turdi.

Olingan natijalar

Namuna raqami 1-o'lchov (V) 2-o'lchov (V) 3-o'lchov (V) O'rtacha qiymat (V)

Namuna raqami	1-o'lchov (V)	2-o'lchov (V)	3-o'lchov (V)	O'rtacha qiymat (V)
1	870	895	880	881.7
2	910	925	900	911.7
3	860	875	890	875.0

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki, barcha namunalar GB/T 12703.5–2010 standartida belgilangan maksimal me'yordan (1000 V) past bo'lgan. Bu esa materialning zararsiz darajada elektrlanishini va filtratsiya samaradorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini bildiradi [8][14].

Meltblown strukturasining statik zaryad hosil qilishi uning bakterial va virusli zarrachalarni samarali ushlab qolish xususiyatini kuchaytiradi [3][14]. Aynan shuning uchun zamonaviy niqoblar elektrostatik xususiyatlarga ega bo'lishi lozim. Tadqiqotda aniqlangan 850–920 V oralig'idagi zaryad miqdori niqobning himoya xususiyatlarini oshirishda yetarli va optimal deb hisoblanadi.

Shu bilan birga, agar elektrlanish darajasi 1000 V dan oshsa, bu foydalanuvchining terisida noqulaylik yoki chang zarrachalarining ortiqcha tortilishiga sabab bo'lishi mumkin [12][13]. Sinovlar davomida bunday holatlar qayd etilmadi.



Har bir namunaga nisbatan uch martalik o'lchov natijalari o'zaro yaqin va barqaror chiqdi, bu esa RS-101D qurilmasining aniqligi, sinov sharoitining to'g'riligini tasdiqlaydi. O'rtacha qiymatlar orasidagi og'ish ± 20 V chegarasida bo'ldi, bu esa statistik ishonchlilik mezonlariga to'liq mos keladi.

Bundan kelib chiqadiki, tibbiy niqob materiallari ishlab chiqarish va sifat nazoratida statik elektrlanish xossalarini baholash muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tajriba orqali RS-101D qurilmasi ushbu maqsadda samarali vosita ekanligi isbotlandi.

O'tkazilgan laboratoriya sinovlari natijasida RS-101D qurilmasi yordamida tibbiy niqob materiallarining statik elektrlanish darajasi aniq va ishonchli o'lchanishi mumkinligi amalda isbotlandi. Tadqiqotda qo'llanilgan meltblown asosidagi filtr materiallari 850 V dan 920 V gacha bo'lgan zaryad miqdorini namoyon etdi, bu esa GB/T 12703.5–2010 va JIS T8118–2020 standartlarida belgilangan me'yorlarga muvofiq deb baholandi [8][14].

Bunday zaryad darajalari nafaqat filtratsiya samaradorligini oshirish, balki materialning havo o'tkazuvchanligini saqlab qolgan holda mikroorganizmlarni tortib ushlab qolish xususiyatini ham ta'minlaydi [3][14]. Shu bilan birga, haddan tashqari yuqori statik zaryadlar foydalanuvchiga noqulaylik tug'dirishi yoki havodagi zarrachalarni ortiqcha jalb qilib, niqob sirtini ifloslantirish xavfini tug'dirishi mumkin [12].

Tibbiy niqob ishlab chiqarishda meltblown qatlamning statik elektrlanish xossalari doimiy nazorat qilinishi zarur. RS-101D qurilmasi kichik laboratoriyalardan tortib sanoat korxonalarigacha bo'lgan turli muassasalar uchun mos bo'lib, yuqori aniqlik va qulay foydalanish imkonini beradi [7][10]. Namlik, harorat va havo oqimi kabi tashqi omillarni sinov jarayonida qat'iy nazorat qilish natijalarning takrorlanuvchanligini ta'minlaydi [11][13].

Statik zaryadga barham beruvchi (antistatik) ishlovlar kelajakda tibbiy niqoblar sifati va foydalanuvchi qulayligini oshirishda samarali bo'lishi mumkin [12].



Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, tibbiy niqob materialining statik elektrlanish xossalarini nazorat qilish orqali mahsulot sifatini barqarorlashtirish va inson salomatligini yanada samaraliroq himoya qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. WHO (2020). Advice on the use of masks in the context of COVID-19. World Health Organization.
2. Seville, J. P. K. (2006). Electrostatics in the pharmaceutical industry. In: Electrostatics and Its Applications. CRC Press.
3. Li, Y., & Leung, P. (2005). Filtration efficiency of surgical masks. Journal of Hospital Infection, 62(1), 58–63.
4. Ghatak, A. (2018). Polymeric materials used in face masks: structure and performance. Polymer Science Review.
5. RS-101D Qurilmasi Pasporti va Texnik Qo‘llanmasi. Tashkent Textile Institute Laboratoriyasi, 2024.
6. Huang, L., Chen, X., & Li, M. (2020). Structure and performance of meltblown layers in surgical masks. Journal of Textile Science & Engineering, 10(3).
7. RS-101D Qurilmasi Texnik Tavsifi. Toshkent To‘qimachilik va Yengil Sanoat Instituti laboratoriya materiallari, 2024.
8. JIS L1094:2014 – Testing method for electrostatic properties of textiles. Japanese Industrial Standards Committee.
9. GB/T 12703.5–2010 – Test methods for electrostatic properties of textile fabrics. Part 5: Rotary static tester method. Chinese National Standards.
10. Suzuki, H. (2015). Development of advanced electrostatic measuring devices for functional textiles. Journal of Textile Engineering, 61(2), 79–86.
11. ISO 139:2005 – Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing. International Organization for Standardization.
12. Kalantar-zadeh, K. (2013). Electrical properties of textile materials under environmental changes. In: Smart Textiles and Their Applications. Elsevier.
13. ASTM D4238–94 – Standard practice for determination of electrostatic charge on textiles. ASTM International, USA.



14. Konda, A., Prakash, A., Moss, G. A., Schmoldt, M., Grant, G. D., & Guha, S. (2020). Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks. ACS Nano, 14(5), 6339–6347.