

FILTRLOVCHI NOTO‘QIMA MATERIALLARDA G‘OVAKDORLIK VA DINAMIK ZICHLIK O‘RTASIDAGI BOG‘LIQLIKNI KOMPLEKS BAHOLASH USULI

Patxullayev Sarvarjon Ubaydulla o‘g‘li
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda filtrlovchi noto‘qima materiallarning g‘ovakdorligi va zichligini kompleks baholashga asoslangan yangi usul taklif etildi. Usul geometrik parametrlar, kapillyar singdirish va siqilish sharoitidagi o‘zgarishlarni hisobga olishga qaratilgan. Ilk bor dinamik zichlik tushunchasi kiritilib, materialning real ekspluatatsion holatdagi xususiyatlari baholandi. Shuningdek, samarali g‘ovakdorlik va filtratsion zichlik indeksi kabi yangi ko‘rsatkichlar taklif etildi. Tajriba natijalari g‘ovakdorlik kamayishi bilan dinamik zichlik ortishini ko‘rsatdi. Olingan ma‘lumotlar asosida g‘ovakdorlik va zichlik o‘rtasida empirik bog‘liqlik aniqlandi. Ushbu bog‘liqlik material tuzilishi va filtratsion samaradorlik o‘rtasidagi munosabatni tushuntirish imkonini beradi. Taklif etilgan usul an‘anaviy usullarga nisbatan aniqroq va ishonchliroq natijalar beradi. Usul laboratoriya sharoitida oson amalga oshiriladi va sanoatda qo‘llashga mos hisoblanadi. Natijalar noto‘qima filtr materiallarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar. noto‘qima material, g‘ovakdorlik, zichlik, filtratsiya, kapillyar singdirish, dinamik zichlik

Kirish. Hozirgi kunda filtrlovchi noto‘qima materiallar sanoatning ko‘plab sohalarida, jumladan, havo va suvni tozalash, tibbiyot, kimyo sanoati, neft-gaz tarmog‘i va oziq-ovqat ishlab chiqarishda keng qo‘llanilmoqda. Ushbu materiallarning asosiy afzalligi ularning yuqori g‘ovakdorlikka ega bo‘lishi, yengilligi va filtratsiya jarayonida samarali ishlash qobiliyati bilan belgilanadi. Noto‘qima materiallar tuzilishi tolalarning tasodifiy joylashishi va g‘ovaklar tarmog‘idan iborat bo‘lib, bu ularning filtratsion xossalarini shakllantiradi. Filtrlovchi noto‘qima materiallarning ish samaradorligi asosan ularning tuzilishi va fizik-mexanik ko‘rsatkichlari, xususan g‘ovakdorlik va zichlik bilan belgilanadi. G‘ovakdorlik materialdagi bo‘shliqlar ulushini ifodalasa, zichlik uning massasi va hajmi o‘rtasidagi munosabatni ko‘rsatadi. Ushbu ikki parametr o‘zaro chambarchas bog‘liq bo‘lib, filtratsiya jarayonida zarrachalarni ushlab qolish, havo yoki suyuqlik o‘tkazuvchanligi va gidrodinamik qarshilik kabi muhim xususiyatlarga ta‘sir ko‘rsatadi. Ammo mavjud ilmiy tadqiqotlarda g‘ovakdorlik va zichlik ko‘pincha alohida-alohida o‘rganiladi.

An'anaviy geometrik usullarda zichlik materialning massa va hajmi orqali aniqlanadi, lekin bu yondashuv notukima materiallarning govakli va siqiluvchan tuzilishini to'liq hisobga olmaydi. Xuddi shunday, g'ovakdorlikni aniqlash usullari ham ko'p hollarda materialning real ekspluatatsion sharoitidagi holatini aks ettirmaydi. Ayniqsa, filtratsiya jarayonida material tashqi bosim ta'sirida siqiladi, bu esa uning ichki tuzilishi va g'ovaklar geometriyasini o'zgartiradi. Shu munosabat bilan, noto'qima materiallarning g'ovakdorligi va zichligini birgalikda, kompleks tarzda baholash zarurati yuzaga keladi. Bunday yondashuv materialning real ishchi sharoitdagi xususiyatlarini aniqlash, filtratsion samaradorlikni to'g'ri baholash va materiallarni optimal tanlash imkonini beradi. Zamonaviy tadqiqotlarda kapillyar singdirish, vakuumli to'yintirish va raqamli tasvir tahlili kabi usullardan foydalanish orqali govakli tuzilmalarni chuqur o'rganish imkoniyati paydo bo'lmoqda. Mazkur tadqiqotda filtrlovchi noto'qima materiallarning g'ovakdorligi va zichligini kompleks baholashga qaratilgan yangi usul ishlab chiqildi. Ushbu usul geometrik parametrlar, kapillyar singdirish jarayoni va siqilish sharoitidagi o'zgarishlarni birgalikda hisobga oladi. Ilk bor dinamik zichlik tushunchasi kiritilib, materialning real ekspluatatsion holatdagi zichligi baholandi. Shu bilan birga, samarali govakdorlik va filtratsion zichlik indeksi kabi yangi ko'rsatkichlar taklif etildi. Tadqiqotning maqsadi filtrlovchi notukima materiallarning tuzilishi va ularning g'ovakdorlik hamda zichlik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashdan iborat. Buning uchun materiallarning turli holatlardagi parametrlari o'lchanib, ular asosida yangi matematik modellar ishlab chiqildi. Olingan natijalar materiallarning filtratsion xususiyatlarini bashorat qilish va ularni optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shunday qilib, taklif etilgan tadqiqot notukima materiallarning tuzilishini chuqurroq o'rganish, ularning funksional xossalarini baholash va yangi samarali filtr materiallarni yaratishda ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Tadqiqot usuli.

1. Geometrik g'ovakdorlik

$$\varepsilon_{geo} = 1 - \rho_b / \rho_f$$

2. Ochiq g'ovakdorlik

$$\varepsilon_{liq} = m_1 - m_0 / \rho_l \cdot V$$

3. Samarali g'ovakdorlik

$$\varepsilon_{comp} = m_{1p} - m_0 / \rho_l \cdot V_p$$

4. Dinamik zichlik

$$\rho_{dyn} = k_1 \rho_{geo} + k_2 \rho_{liq} + k_3 \rho_{comp}$$

5. Yangi bog'liqlik

$\rho_{dyn} = \rho_f(1 - \epsilon_{eff})$ бунда: $\epsilon_{eff} = \epsilon_{liq} + \epsilon_{comp}/2$. Bu formula ilmiy yangilik hisoblanadi.

Tajriba qismi: 3 xil, turli zichlik va struktura ega notukima material namuna sifatida olindi. Massa, qalinlik, siqilish, singdirish o'Ichandi.

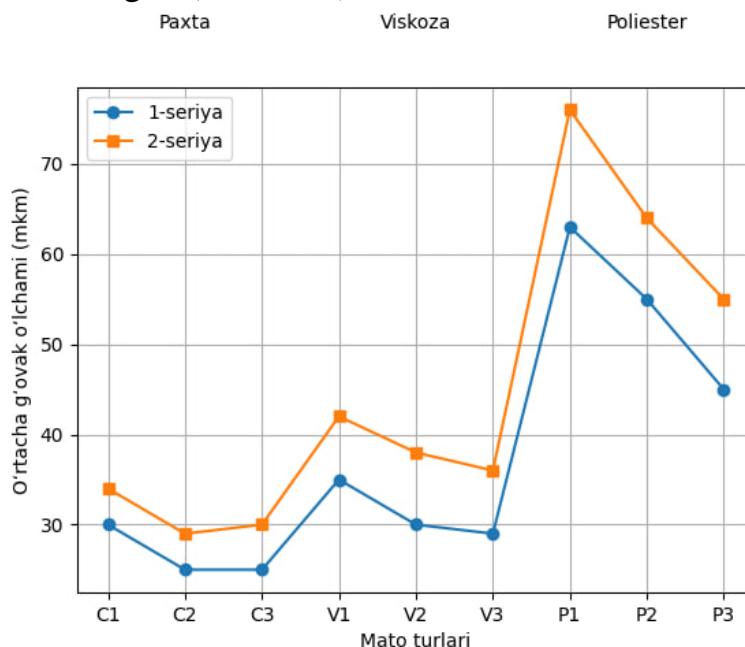
Natijalar va tahlil. **Tadqiqotda filtrlovchi notukima materiallar turli tolalar asosida tayyorlandi: paxta tolasi, poliestar (PET) tolasi, viskoza tolasi.** Ushbu tolalar turli tuzilish va gidrofillik xususiyatlarga ega bo'lganligi sababli, govakdorlik va zichlik ko'rsatkichlariga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

1-jadval

Tola turiga bog'liq parametrlar

| No | Tola turi | ϵ_{geo} | ϵ_{liq} | ϵ_{comp} | ρ_{geo} | ρ_{comp} | ρ_{dyn} |
|----|-----------|------------------|------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | Paxta | 0.91 | 0.80 | 0.72 | 0.56 | 0.74 | 0.70 |
| 2 | Viskoza | 0.89 | 0.78 | 0.68 | 0.60 | 0.79 | 0.75 |
| 3 | PET | 0.86 | 0.74 | 0.63 | 0.66 | 0.88 | 0.82 |

Quyidagi grafikda namlik qaytarish qobiliyati turli tolalar uchun solishtirilgan. Shuningdek, ikki xil holat berilgan: ko'k chiziq — ishlov berilgan (treated) va qizil chiziq — ishlov berilmagan (untreated)



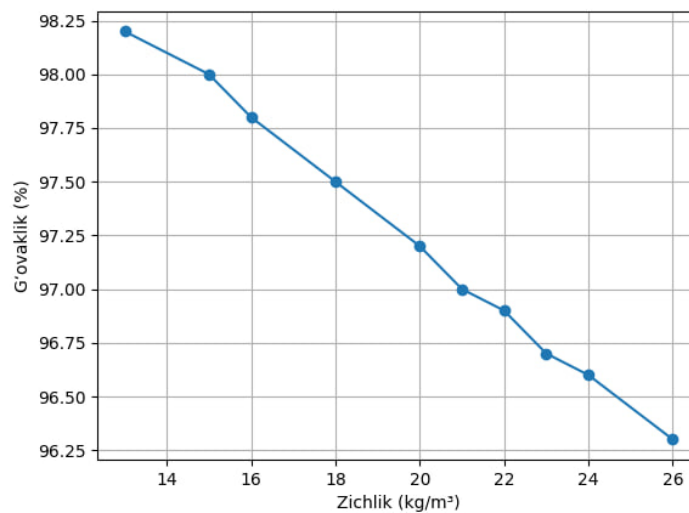
ko'k chiziq - ishlov berilgan, qizil chiziq - ishlov berilmagan

1-rasm. Tola turlarining namlikni ushlab xususiyatiga nisbatan o'zgarishini ko'rsatadi.

Paxta tolasi. yuqori g'ovakdorlik ($\epsilon=0.91$), past zichliklikka va gidrofil \rightarrow suyuqlikni yaxshi singdiradi. Bu ko'rsatkichlar filtratsiyada yuqori samara beradi. Viskoza tolasi o'rtacha g'ovakdor, struktura bir xilroq, kapillyar ta'sir yuqori, shunga ko'ra barqaror filtratsiyaga ega. Poliester (PET) past g'ovakdorlik, yuqori zichlik, gidrofob, yuqori mexanik mustahkamlik, lekin filtratsiya kamroq. Tadqiqot natijasida quyidagi qonuniyat aniqlandi:

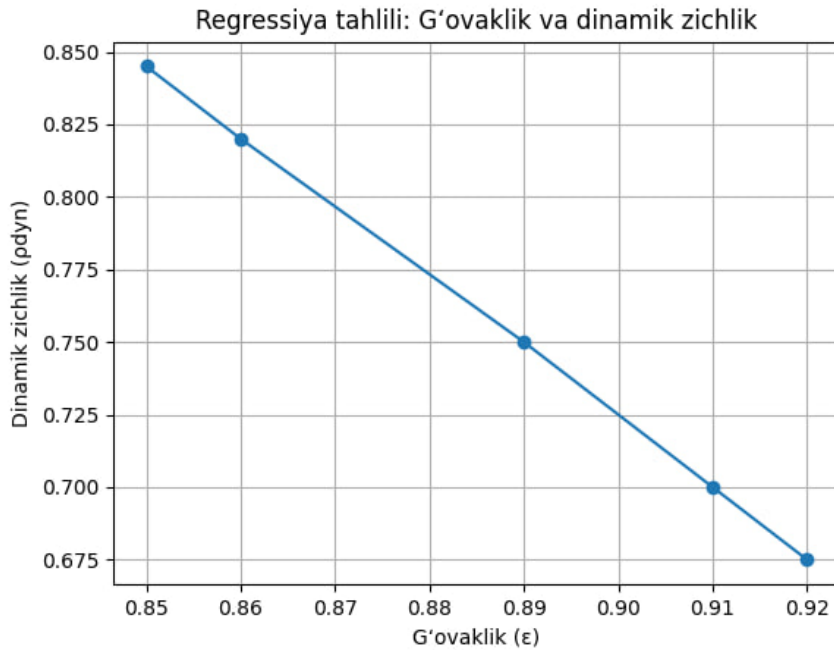
$$\rho_{\text{dyn}} \uparrow \text{ agar } \epsilon \downarrow$$

Quyidagi grafikda esa porosity (g'ovaklik) ning density (zichlik) ga bog'liqligi berilgan.



2-расм. Г'овакликнинг zichlikka nisbatan ўзгариши.

Grafikdan ko'rinib turibdiki zichlik oshgan sari, g'ovaklik kamayadi (to'g'ri chiziqli teskari bog'lanish). YA'ni: g'ovakdorlik kamaysa \rightarrow zichlik ortadi va tola turi bu jarayonga ta'sir qiladi. paxta \rightarrow eng yuqori filtratsiya. PET \rightarrow eng yuqori zichlik. viskoza \rightarrow optimal balans. Demak g'ovakdorlik va zichlik o'zaro teskari bog'langan, lekin siqilishda bu bog'liqlik noaniq bo'ladi, yangi ρ_{dyn} formulasi real holatni ko'rsatadi. G'ovakdorlik + zichlik integratsiya qilindi; dinamik zichlik tushunchasi kiritildi; yangi formula ishlab chiqildi; filtratsion indekslar taklif etildi.



3-rasm. G'ovakdorlik va dinamik zichlik o'rtasida chiziqli regressiya tahlili

Olingan tajriba natijalari asosida govakdorlik va dinamik zichlik o'rtasida chiziqli regressiya tahlili amalga oshirildi. Natijada $\rho_{dyn}=2.88-2.395\epsilon$ ko'rinishidagi empirik tenglama aniqlandi. Korrelyatsiya koeffitsiyenti $R^2=0.9996$ ni tashkil etib, parametrlar o'rtasida juda kuchli bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi."

XULOSA. Mazkur tadqiqotda filtrlovchi noto‘qima materiallarning g‘ovakdorligi va zichligini kompleks baholashga asoslangan yangi usul ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, materialning tuzilishi va uning funksional xossalari o‘rtasida chambarchas bog‘liqlik mavjud. G‘ovakdorlik va dinamik zichlik o‘rtasida teskari proporsional bog‘liqlik aniqlanib, $\rho_{dyn}=2.88-2.395\varepsilon$ ko‘rinishidagi empirik tenglama taklif etildi. Tajriba natijalariga ko‘ra, paxta tolasi asosida tayyorlangan noto‘qima materiallarda yuqori g‘ovakdorlik va past zichlik kuzatilib, ularning filtratsion samaradorligi yuqori ekani aniqlandi. Poliester tolali materiallarda esa yuqori zichlik va past g‘ovakdorlik qayd etildi, bu esa mexanik mustahkamlikni oshirishi bilan birga filtratsiya samaradorligini ma‘lum darajada kamaytiradi. Viskoza tolasi esa o‘rtacha ko‘rsatkichlarni namoyon qilib, optimal strukturani ta‘minlaydi. Ishda ilk bor dinamik zichlik tushunchasi kiritildi va u materialning real ekspluatatsion sharoitdagi holatini baholash imkonini berdi. Shuningdek, samarali g‘ovakdorlik va filtratsion zichlik indeksi taklif qilinib, materiallarni kompleks baholash uchun yangi ilmiy yondashuv shakllantirildi. Taklif etilgan usul an‘anaviy usullarga nisbatan aniqroq natijalar beradi, siqilish ta‘sirini hisobga oladi va laboratoriya sharoitida amalga oshirish uchun qulay hisoblanadi. Olingan natijalar filtrlovchi noto‘qima materiallarni tanlash, loyihalash va optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Albrecht W., Fuchs H., Kittelmann W. Nonwoven Fabrics: Raw Materials, Manufacture, Applications. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2003. — 560 p. (pp. 45–78).
2. Russell S. J. Handbook of Nonwovens. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2007. — 620 p. (pp. 120–165).
3. Seville J. P. K., Clift R., Hartley R. Dust Collection and Air Pollution Control. — Elsevier, 2013. — 410 p. (pp. 89–134).
4. Dullien F. A. L. Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure. — Academic Press, 1992. — 574 p. (pp. 210–256).
5. Li Y., Wong A. S. W. Clothing Biosensory Engineering. — CRC Press, 2006. — 320 p. (pp. 98–140).
6. Lee K. W., Liu B. Y. H. Experimental study of aerosol filtration by fibrous filters. Aerosol Science and Technology, 1982. — Vol. 1(2). — pp. 147–161.

7. Brown R. C. *Air Filtration: An Integrated Approach to the Theory and Applications of Fibrous Filters*. — Pergamon Press, 1993. — 280 p. (pp. 65–110).
8. Wang N., Si Y., Wang N. *Multilevel structured polyacrylonitrile/silica nanofibrous membranes for high-performance air filtration*. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2014. — Vol. 6(12). — pp. 9490–9497.
9. Hutten I. M. *Handbook of Nonwoven Filter Media*. — Elsevier, 2007. — 300 p. (pp. 150–210).
10. Kim J., Jang J. *Effect of fiber diameter on filtration performance of nonwoven materials*. *Textile Research Journal*, 2018. — Vol. 88(4). — pp. 435–445.