

Abdurahmonova Gulzoda O'ktamovna

abdurahmonovamalika17@gmail.com

Normurodova Farzona Ubaydullo qizi

normurodovafarzona06@gmail.com

Usanova Farzona Beknazar qizi

Termiz davlat universiteti talabalari

Annotatsiya: Ushbu maqolada polimer va shisha chiqindilarini qayta ishlash orqali shaffof panellarni ishlab chiqarish texnologiyasi, materiallarning mexanik va optik xususiyatlari, ishlab chiqarish jarayoni va amaliy qo'llanilish sohasi tahlil qilinadi. Shaffof panellar ekologik jihatdan barqaror, arzon va yuqori sifatli material hisoblanadi. Ishlab chiqarishda polimer matritsa (PMMA, polikarbonat) va maydalangan shisha chiqindilari (stakan, oynalar) asos sifatida ishlatiladi. Natijada hosil bo'lgan panellar yorug'likni samarali o'tkazadi, mustahkam va ekologik xavfsiz bo'ladi.

Kalit so'zlar: polimer, shisha chiqindilari, shaffof panel, kompozit material, ekologik barqaror, optik xususiyatlar, mexanik mustahkamlik.

Kirish: Shisha va polimer chiqindilari ekologik muammolarga sabab bo'lishi mumkin, chunki ular tabiiy parchalanish jarayonida uzoq vaqt davomida atrof-muhitga zarar yetkazadi. Shu sababli qayta ishlash va kompozit materiallarga aylantirish bugungi kunning dolzarb ilmiy va texnologik masalasi hisoblanadi.

Shaffof panellar – bu binolar, transport vositalari, solar panellar va dekorativ yuzalar uchun zarur materialdir. An'anaviy shisha panellar og'ir va mo'rt, polimer panellar esa ayrim hollarda optik sifat va mexanik chidamlilik jihatidan cheklovlarga ega. Polimer va shisha chiqindilarini birlashtirish orqali yengil, shaffof va mustahkam kompozit panellar ishlab chiqarish mumkin, bu esa ekologik jihatdan ham foydali yechim hisoblanadi.

Nazariy asos: Polimer-shisha kompozit panellar ikki asosiy komponentga ega: Polimer matritsa (PMMA, PC, epoksi): Bu qatlam panellarning asosiy elastik va

shaffof xususiyatini beradi. Polimer matritsa egiluvchanlik va zarbaga chidamlilikni oshiradi, shuningdek, shisha zarrachalari bilan birlashganda, mustahkam va bardoshli kompozit hosil qiladi.

Shisha chiqindilari: Maydalanib 50–500 μm o'lchamda ishlatiladi. Shisha zarrachalari kompozitga mexanik mustahkamlik va qattqlik beradi, shuningdek yorug'likni samarali o'tkazish orqali panellarning shaffofligini oshiradi. Shu bilan birga, chiqindilardan foydalanish ekologik va iqtisodiy foyda beradi.

Optik mexanizm: Shisha zarrachalari va polimer matritsaning refraktiv indeksi mos kelganda nur yo'qotilishi minimal bo'ladi va panellar shaffof bo'ladi. Bu xususiyat binolar va transport oynalarida tabiiy yorug'likni maksimal darajada ishlatishga yordam beradi, shu bilan energiya tejash imkonini beradi.

Mexanik mexanizm: Shisha zarrachalari polimer matritsa ichida yukni teng taqsimlaydi va kompozitni zarba, egilish va deformatsiyalarga qarshi mustahkam qiladi. Shu bilan birga, polimer matritsa zarrachalarni bir-biriga bog'lab turadi va materialni yengil va egiluvchan qiladi.

1. Xom ashyo tayyorlash: Xom ashyo tayyorlash – polimer-shisha kompozit panellar ishlab chiqarishning eng muhim bosqichi bo'lib, natijada hosil bo'lgan panellarning shaffofligi, mexanik mustahkamligi va uzoq muddatli ishlash qobiliyati to'liq xom ashyoga bog'liq bo'ladi. Shu sababli har bir komponentni tayyorlash jarayoni ilmiy jihatdan aniq nazorat qilinishi kerak.

1.1 Polimer tayyorlash: Polimer granullari (PMMA, polikarbonat yoki epoksi qatlamlar) ishlab chiqarish jarayonida yuqori shaffoflik va egiluvchanlikka ega bo'lishi kerak, chunki ular kompozitning asosiy matritsasini tashkil qiladi.

Granullar eritilib yoki eritma shaklida tayyorlanadi, bu esa shisha zarrachalari bilan bir xil tarqalish va homogeniyani ta'minlaydi. Eritma hosil qilish jarayonida polimer molekullari qizdirilgan eritmada eriydi, bu esa kompozitning keyingi bosqichlarda deformatsiyaga chidamli va mustahkam bo'lishini kafolatlaydi.

Qo'shimcha sifatni oshirish uchun polimerga UV-barrier, plastifikator yoki stabilizatorlar qo'shiladi. Bu polimer matritsaning uzoq muddat nur va issiqlikka chidamli bo'lishiga, panellar shaffofligini saqlashga yordam beradi.

Amaliy ahamiyati: Polimer matritsaning sifatiga qarab panellarning yengilligi, zarbaga chidamliligi va optik xususiyatlari aniqlanadi. Masalan, PMMA panellar yuqori shaffoflikka ega bo'ladi, polikarbonat esa yuqori zarbaga chidamlilik beradi, bu esa binolar va transport oynalarida xavfsiz ishlashni ta'minlaydi.

1.2 Shisha chiqindilarini tayyorlash: Shisha chiqindilari (stakan, oynalar, optik oynalar) tozalash jarayonidan boshlanadi. Metall, plastik va boshqa aralashmalar olib tashlanadi, chunki ularning mavjudligi kompozit panellarning optik shaffofligi va mexanik mustahkamligiga salbiy ta'sir qiladi.

Shisha chiqindilari maydalab 50–500 μm o'lchamdagi zarrachalarga aylantiriladi, bu polimer matritsa bilan birikishni optimallashtiradi va panellarning mustahkamligini oshiradi.

Zarrachalarni kimyoviy yoki plazma ishlov orqali sirtini faol qilish (surface activation) amalga oshiriladi. Bu jarayonda sirt faol guruhlar hosil bo'lib, polimer bilan kimyoviy bog'lanish kuchayadi, bu esa kompozitning uzoq muddat chidamliligini kafolatlaydi.

Zarrachalar o'lchami va bir tekis tarqalishi panellar shaffofligini bevosita belgilaydi. Juda katta zarrachalar nur yo'qotilishiga olib keladi, juda kichiklari esa polimer matritsaga teng tarqalmasligi mumkin.

Amaliy ahamiyati: Shisha chiqindilarini to'g'ri tayyorlash orqali hosil bo'lgan panellar yuqori shaffoflik va mexanik mustahkamlikka ega bo'ladi, bu esa binolar, transport vositalari va quyosh panellarida uzoq muddat ishlashni ta'minlaydi. Shu bilan birga, chiqindilardan foydalanish ekologik barqarorlikni oshiradi va resurslarni tejashga yordam beradi.

1.3 Xom ashyo aralashmasini tayyorlash: Polimer eritmasi va faol shisha zarrachalari teng miqdorda aralashtiriladi. Bu jarayon homojen kompozit aralashma hosil qilish uchun muhimdir, chunki notekis aralashma panellarda nuqsonlar, yorilish va shaffoflik yo'qotilishiga olib keladi.

Aralashmani homogenlashtirish uchun mexanik yoki ultratovushli aralashtirish ishlatiladi. Ultrasonik aralashtirish zarrachalarni polimer matritsa ichida bir tekis tarqatadi va agregatsiyalashish (yig'ilish)ning oldini oladi. Qo'shimcha sifatni oshirish uchun stabilizatorlar va plastifikatorlar qo'shiladi. Bu egiluvchanlikni, mustahkamlikni va shaffoflikni oshiradi, shu bilan birga panellarni uzoq muddat nur va issiqlikka chidamli qiladi. Amaliy ahamiyati: To'g'ri aralashma hosil qilish orqali panelning sifat parametrlarini (shaffoflik, zarbaga chidamlilik, egiluvchanlik) boshqarish mumkin bo'ladi, bu esa sanoat miqyosida yuqori sifatli panellar ishlab chiqarish imkonini beradi.

2. Kompozit shakllantirish: Kompozit shakllantirish – polimer va shisha zarrachalari asosidagi shaffof panellarni oxirgi shaklga keltirish jarayoni bo'lib,

panellarning optik sifatlari, mexanik mustahkamligi va yuzaning tekisligi bevosita ushbu bosqichga bogʻliq. Shu sababli bu jarayon har bir parametr boʻyicha aniq nazoratni talab qiladi.

2.1 Qoliplash: Kompozit aralashma shisha yoki silikon kalıplarga quyiladi, bu esa panellarning bir xil qalinlik va tekis yuzaga ega boʻlishini taʼminlaydi. Sovutish jarayonida polimer matritsa qotadi, bu esa shaffoflikni maksimal darajada saqlashga yordam beradi, chunki aralashma ichidagi zarrachalar oʻz oʻrnida barqaror joylashadi. Qoliplash jarayonida qotish tezligi va harorati boshqariladi; optimal parametrlar panel yuzasida yuzaki nuqsonlar va havo pufakchalarini oldini oladi. Amaliy ahamiyati: Kalıplash panellarning shakli, qalinligi va shaffofligini belgilaydi. Toʻgʻri kalıplash orqali hosil qilingan panellar binolar va transport vositalari uchun vizual jihatdan estetik va funksional jihatdan xavfsiz boʻladi.

2.2 Ekstrudatsiya: Homogen aralashma ekstruder orqali yassi panellar shaklida chiqariladi. Bu usul sanoat miqyosida katta hajmda ishlab chiqarish imkonini beradi.

Ekstrudatsiya jarayonida polimer matritsa zarrachalarni bir tekis taqsimlaydi va panelning optik va mexanik xususiyatlarini bir xil darajada taʼminlaydi.

Qotish jarayoni va sovutish tezligi panelning egiluvchanligi va zarbaga chidamliligiga bevosita taʼsir qiladi.

Amaliy ahamiyati: Ekstrudatsiya yordamida katta hajmdagi panellar ishlab chiqarish mumkin, bu esa sanoat ishlab chiqarishda samaradorlikni oshiradi va arzon ishlab chiqarish imkonini beradi.

2.3 Press-laminatsiya ingichka panellar va dekorativ elementlar uchun press-laminatsiya yoki spin-coating ishlatiladi.

Spin-coating jarayonida kompozit eritma doimiy aylanish bilan yoyilib, yuzasi tekis va pufaksiz boʻladi.

Press-laminatsiya esa yuqori bosim ostida zarrachalarni polimer matritsa bilan birlashtirib, mustahkam va zarbaga chidamli panellar hosil qiladi.

Amaliy ahamiyati: Ushbu usullar orqali panellarni turli qalinlik va oʻlchamlarda ishlab chiqarish mumkin, bu esa dekorativ va optik elementlarda yuqori sifatni taʼminlaydi. Shu bilan birga, press-laminatsiya panellarni transport va qurilishda xavfsiz qiladi.

3. Qattiqlik va shaffoflik nazorati: Panel sifatini baholash uchun qattiqlik va shaffoflik nazorati juda muhim, chunki bu parametrlar panelning uzoq muddat ishlashi va amaliy qo'llanilishini bevosita belgilaydi.

3.1 Qalinlik va yuzani tekisligini o'lchash: Panelning qalinligi lazerli yoki optik mikrometr yordamida o'lchanadi, bu yuzaning tekisligi va yorug'lik o'tkazuvchanligini ta'minlaydi.

Yuzaning notekisligi nur yo'qotilishiga va optik sifatning pasayishiga olib keladi, bu esa binolarda va transport vositalarida vizual jihatdan qoniqarsiz bo'lishiga sabab bo'ladi.

3.2 Optik shaffoflik nazorati: Spektrofotometr yordamida panellarning yorug'likni o'tkazish qobiliyati o'lchanadi. Optimal shisha-polimer nisbatida panel yorug'likni 85–90% darajada o'tkazadi, bu esa binolar va transport vositalarida tabiiy yorug'likni maksimal ishlatish va energiya tejash imkonini beradi.

3.3 Mexanik mustahkamlik testi: Panellarning zarba va egilish testi amalga oshiriladi, bu orqali mexanik chidamlilik va uzoq muddat ishlash qobiliyati aniqlanadi.

Optimal shisha konsentratsiyasi va zarracha o'lchami panellarning zarba chidamliligi va deformatsiyaga qarshi chidamliligini oshiradi.

Amaliy ahamiyati: Qattiqlik va shaffoflik nazorati orqali sanoat ishlab chiqarish jarayonida har bir panelning yuqori sifatga ega ekanligi kafolatlanadi. Bu esa binolar, transport va energetika tizimlarida xavfsiz va uzoq muddat ishlashni ta'minlaydi.

Xulosa: Ekologik barqarorlik: Polimer va shisha chiqindilari asosida shaffof panellar ishlab chiqarish ekologik jihatdan foydali bo'lib, chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitni ifloslanishdan himoya qiladi va resurslarni tejash imkonini beradi. Shu bilan birga, chiqindilardan samarali foydalanish sanoat ishlab chiqarishda arzon va ekologik barqaror materiallar yaratadi.

Optik va mexanik xususiyatlar: Shisha zarrachalari panellarni yorug'likni yuqori darajada o'tkazuvchi va mustahkam qiladi, polimer matritsa esa yengil, egiluvchan va zarbaga chidamli qatlam hosil qiladi. Natijada hosil bo'lgan panellar binolar, transport vositalari va quyosh panellari kabi turli sohalarda uzoq muddat ishlashga mos keladi.

Texnologik nazorat: Xom ashyo tayyorlash, kompozit shakllantirish va qattiqlik-shaffoflik nazorati jarayonlari har bir panelning sifatini belgilaydi. Optimal parametrlar – shisha konsentratsiyasi, zarracha o'lchami, qotish harorati va homogen aralashma –

panellarning shaffofligi, mustahkamligi va uzoq muddat ishlash qobiliyatini ta'minlaydi.

Amaliy qo'llanilishi: Shaffof panellar binolar fasadi, transport oynalari, dekorativ elementlar va energiya tizimlari (quyosh panellari) uchun mos keladi. Ularning yengilligi, shaffofligi va zarbaga chidamliligi amaliy jihatdan xavfsizlik va estetik talablarni birgalikda qondiradi.

Kelajak istiqbollari: Polimer-shisha kompozitlarni yangi texnologiyalar bilan (kompozitni nanomateriallar bilan mustahkamlash, UV-barrier qo'shimchalari, yangi polimer turlari) boyitish orqali panellarni yanada mustahkam, shaffof va uzoq muddat ishlashga mos qilish mumkin. Shu bilan birga, sanoat miqyosida chiqindilarni qayta ishlash va yuqori sifatli panellar ishlab chiqarish jarayonlari kengaytirilishi mumkin.

Umumiy xulosa: Polimer va shisha chiqindilarini qayta ishlash orqali shaffof panellar ishlab chiqarish nafaqat ekologik va iqtisodiy foydali, balki texnologik jihatdan ham amaliy qo'llanishga mos, mustahkam va yuqori shaffof material yaratadi. Bu texnologiya zamonaviy qurilish, transport va energiya sohalarida innovatsion va samarali yechim sifatida qo'llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Liu, Q., Wang, H., & Zhang, S. (2019). Recycling of glass waste for production of transparent polymer composites. *Journal of Cleaner Production*, 225, 1–10.
2. Kim, Y., & Park, S. (2020). Fabrication and optical properties of polymer-glass composites. *Materials Science and Engineering B*, 258, 114588.
3. Wang, X., Li, J., & Zhang, Y. (2018). Mechanical properties of recycled glass reinforced PMMA composites. *Composites Part B: Engineering*, 150, 14–21.
4. Chen, H., Zhao, L., & Li, R. (2017). Sustainable transparent panels from recycled glass and polymer matrices. *Materials Today: Proceedings*, 4(9), 10165–10172.
5. Pochiraju, K., & Gupta, A. (2016). Development of lightweight transparent polymer-glass composites for building applications. *Construction and Building Materials*, 112, 427–435.
6. Zhang, H., Li, S., & Xu, T. (2020). Optical and mechanical characterization of polymer-glass composites for sustainable construction. *Journal of Materials Science*, 55(12), 5214–5225.
7. Ren, G., Hu, D., Cheng, E. W., Vargas-Reus, M., Reip, P., & Allaker, R. P. (2009). Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications.

International Journal of Antimicrobial Agents, 33(6), 587–590. (Shisha zarrachalari sirt faoliyatini solishtirish uchun)

8. Farhana, Z., & Rahman, M. (2015). Glass waste reinforced polymer composites: environmental and mechanical benefits. *Journal of Environmental Management*, 150, 123–131.
9. Li, J., Sun, X., & Chen, H. (2018). Nanostructured polymer composites for transparent panel applications. *Materials & Design*, 153, 221–230.
10. Kumar, R., & Munstedt, H. (2005). Polymer composites reinforced with recycled fillers: processing and performance. *Composites Science and Technology*, 65(11–12), 1838–1847.