

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/114/211-215>

Elcan Namazov

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
magistrant

<https://orcid.org/0009-0009-7908-0413>
elcannmzv1@gmail.com

Laminat şüşələrin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin təhlili

Xülasə

Laminat şüşələr müxtəlif sahələrdə geniş istifadə olunan mühüm materiallardan biridir. Onlar adətən iki və ya daha çox şüşə qatının xüsusi polimer materiallarla birləşdirilməsindən əmələ gəlir. Bu qatlar arasında istifadə olunan əsas bağlayıcı maddələr polivinil butiral (PVB), etilen-vinil asetat (EVA) və ionoplast qatranlarıdır. Laminat şüşələrin yüksək mexaniki möhkəmlik, səs və istilik izolyasiyası, ultrabənövşəyi (UV) şüalara qarşı qorunma və təhlükəsizlik kimi bir çox üstünlükləri var. Bu növ şüşələr yüksək mexaniki möhkəmliyə malikdir və zərbəyə qarşı dayanıqlıdır. Qırıldıqda parçaları bir-birinə yapışaraq yayılmaz, bu da onların təhlükəsizlik baxımından üstünlüyünü təmin edir. Şüşə layları arasındakı polimer qat təbəqəyə elastiklik verir və onu xarici təsirlərə daha davamlı edir. Laminatlı şüşələr istilik ötürməsini minimuma endirərək enerjiyə qənaət etməyə kömək edir. Eyni zamanda, səs dalğalarını udaraq akustik izolyasiya təmin edir. İstehsal prosesindən asılı olaraq, laminat şüşələr yüksək dərəcədə şəffaf və ya müxtəlif səviyyələrdə rənglənmiş ola bilər.

Bütün bu xüsusiyyətlər laminat şüşələri tikinti, avtomobil sənayesi, interyer dizaynı və digər sahələrdə geniş istifadə olunan materiallardan birinə çevirir. Onların təhlükəsizlik, davamlılıq və estetik baxımdan üstünlükləri bu materialın gələcəkdə də geniş tətbiq sahələrinə malik olacağını göstərir.

Açar sözlər: material, xarici təsirlər, elastiklik, polimer qat, səs dalğaları

Eljan Namazov

Azerbaijan State University of Economics
Master student

<https://orcid.org/0009-0009-7908-0413>
elcannmzv1@gmail.com

Analysis of the Physical and Chemical Properties of Laminated Glass

Abstract

Laminated glass is an essential material widely used in various fields. It is typically formed by bonding two or more layers of glass with special polymer materials. The primary interlayer bonding materials include polyvinyl butyral (PVB), ethylene-vinyl acetate (EVA), and ionoplast resins. Laminated glass has many advantages, such as high mechanical strength, sound and thermal insulation, protection against ultraviolet (UV) radiation, and enhanced safety.

This type of glass possesses high mechanical strength and impact resistance. When broken, its fragments adhere to the interlayer, preventing them from scattering, which enhances safety. The polymer interlayer between the glass layers provides flexibility, making the glass more resistant to external impacts. Laminated glass minimizes heat transfer, contributing to energy efficiency. Additionally, it absorbs sound waves, ensuring acoustic insulation. Depending on the manufacturing process, laminated glass can be highly transparent or produced in various tinted shades.

All these properties make laminated glass a widely used material in construction, the automotive industry, interior design, and other sectors. Its advantages in terms of safety, durability, and

aesthetics indicate that this material will continue to have a broad range of applications in the future.

Keywords: material, external impacts, flexibility, polymer layer, sound waves

Giriş

Müasir sənaye və tikinti sahəsində innovativ materialların istifadəsi getdikcə daha da aktuallaşır. Bu materiallar arasında təhlükəsizlik, davamlılıq və estetik xüsusiyyətləri ilə seçilən laminat şüşələr xüsusi yer tutur. Laminasiya edilmiş şüşələr, əsasən, iki və ya daha çox şüşə qatının xüsusi polimer materiallarla birləşdirilməsi nəticəsində əldə edilən kompozit materialdır. Onun istehsalında istifadə olunan polivinil butiral (PVB), etilen-vinil asetat (EVA) və ionoplast qatranları şüşəyə əlavə möhkəmlik və elastiklik qazandırır.

Laminat şüşələr müxtəlif sahələrdə, xüsusilə memarlıq, avtomobil sənayesi və interyer dizaynında geniş tətbiq edilir. Onların yüksək mexaniki möhkəmliyi, səs və istilik izolyasiya xüsusiyyətləri, həmçinin ultrabənövşəyi (UV) şüalara qarşı qoruyucu funksiyaları bu materialın əhəmiyyətini artırır. Xüsusilə, təhlükəsizlik və davamlılıq baxımından üstün olan bu şüşə növü, qırılıqda kəskin hissəciklərə parçalanmır və zərbənin təsirini minimuma endirir (Əliyev, 2019).

Tədqiqat

Kimyəvi cəhətdən dayanıqlı olan laminat şüşələr turşulara, qələvilərə və müxtəlif kimyəvi maddələrə qarşı yüksək müqavimət göstərir. Onun UV şüalarına qarşı qoruyucu təbəqəsi daxili məkanlarda yerləşən əşyaların solmasının qarşısını alır. Bu xüsusiyyətlər laminat şüşələrin uzunömürlü və çoxfunksiyalı material olmasını təmin edir.

Bu araşdırmada laminat şüşələrin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri təhlil ediləcək, onların müxtəlif sahələrdə tətbiq imkanları araşdırılacaq və bu materialın sənayedəki əhəmiyyəti vurğulanacaq. Tədqiqatın nəticələri, laminat şüşələrin gələcək inkişaf perspektivlərini və yeni texnologiyalar vasitəsilə təkmilləşdirilmə yollarını dəyərləndirmək baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Laminat şüşələrin tərkibi və istehsal prosesi

Laminat şüşələr iki və ya daha çox şüşə layının xüsusi polimer materiallarla birləşdirilməsi nəticəsində əldə edilən kompozit materialdır. Bu prosesin əsas məqsədi şüşənin mexaniki dayanıqlığını və təhlükəsizlik xüsusiyyətlərini artırmaqdır. İstehsal zamanı şüşə laylarının arasına polivinil butiral (PVB), etilen-vinil asetat (EVA) və ya ionoplast qatranları yerləşdirilir. Daha sonra yüksək temperatur və təzyiq tətbiq edilərək laylar bir-birinə möhkəm yapışdırılır (Quliyev, 2017).

PVB təbəqəsi daha elastik və zərbəyə qarşı dayanıqlı olduğu üçün avtomobil şüşələrində və təhlükəsizlik şüşələrində geniş istifadə edilir. EVA materialı isə nəmə qarşı yüksək müqaviməti və optik şəffaflığı ilə fərqlənir, buna görə də günəş panellərində və binaların şüşə fasadlarında istifadə olunur. İonoplast qatranları daha yüksək möhkəmlik və UV müqaviməti təmin etdiyindən əsasən ekstremal hava şəraitinə davamlı şüşə konstruksiyyalarında tətbiq edilir.

Fiziki xüsusiyyətlər

Laminat şüşələrin ən vacib fiziki xüsusiyyətlərindən biri onun yüksək mexaniki möhkəmliyidir. Standart şüşələrlə müqayisədə laminatlı şüşələr daha güclü zərbələrə tab gətirə bilir və qırılıqda kəskin hissəciklərə parçalanmır. Şüşə laylarının arasındakı polimer qat onun elastikliyi artıraraq sarsıntılar və xarici təsirlər qarşısında davamlılığını yüksəldir. Bundan əlavə, laminat şüşələr əla istilik və səs izolyasiya xüsusiyyətlərinə malikdir. İstilik izolyasiyası sayəsində bu material enerjiyə qənaət etməyə kömək edir, qışda istiliyi içəridə saxlayır, yayda isə istinin binaya daxil olmasını məhdudlaşdırır. Səs dalğalarını udma qabiliyyəti isə onu akustik izolyasiya üçün ideal seçim edir. Bu səbəbdən laminat şüşələr ofis binaları, kinoteatrlar və digər ictimai yerlərdə geniş istifadə edilir.

Optik xüsusiyyətlərinə gəldikdə, istehsal prosesindən asılı olaraq laminat şüşələr tam şəffaf və ya müxtəlif dərəcədə rənglənmiş ola bilər. Rəngli şüşələr günəş işığının intensivliyini tənzimləməyə və daxili məkanın işıqlandırılmasını optimallaşdırmağa kömək edir (İvanov, 2021).

Kimyəvi xüsusiyyətlər

Laminat şüşələr müxtəlif kimyəvi maddələrə qarşı yüksək müqavimət göstərir. Bu material turşuların, qələvilərin və bir çox üzvi həlledicilərin təsirinə davamlıdır. Xüsusilə ionoplast qatranları vasitəsilə hazırlanmış laminatlı şüşələr kimyəvi eroziyaya qarşı daha dayanıqlı olur və uzun müddət struktur sabilliyini qoruyur (Quliyev, 2017).

UV şüalarına qarşı müqavimət də laminatlı şüşələrin mühüm xüsusiyyətlərindən biridir. Xüsusi polimer təbəqə ultrabənövşəyi şüaları süzərək daxili məkanlarda yerləşən əşyaların rənginin solmasının qarşısını alır. Bu xüsusiyyət ona imkan verir ki, günəş işığına birbaşa məruz qalan binaların fasadlarında istifadə edilsin.

İstilik müqaviməti baxımından laminat şüşələr yüksək temperatur dəyişikliklərinə dözümlüdür. Müəyyən tərkibdə olan şüşələr yüksək temperaturlu mühitlərdə forma və struktur sabilliyini qoruyaraq istilik gərginliyinə qarşı müqavimət göstərir (Kuznetsov, 2020).

Tətbiq sahələri

Laminat şüşələr təhlükəsizlik, davamlılıq və estetik xüsusiyyətlərinə görə bir çox sənaye sahəsində geniş tətbiq edilir.

Tikinti sektoru: Bu şüşələr yüksəkmərtəbəli binaların fasadlarında, dam örtüklərində və daxili arakəsmələrdə istifadə olunur. Onların zərbəyə qarşı dayanıqlığı və istilik izolyasiyası enerjiyə qənaət etməyə və təhlükəsizliyi təmin etməyə kömək edir.

Avtomobil sənayesi: Laminat şüşələr avtomobillərin ön və yan şüşələrində geniş istifadə olunur. Bu materialın zərbəyə davamlı olması yol-nəqliyyat hadisələri zamanı sərnişinlərin təhlükəsizliyini artırır.

Mebel və interyer dizaynı: Şüşə mebellər, şüşə döşəmələr və dekorativ arakəsmələr üçün laminatlı şüşələr istifadə edilir. Estetik baxımdan cəlbedici olduğu üçün müasir interyer dizaynında mühüm yer tutur.

Günəş enerjisi sistemləri: Günəş panellərində istifadə edilən laminat şüşələr yüksək şəffaflığı və UV müqaviməti ilə günəş enerjisinin maksimum səmərə ilə toplanmasına kömək edir.

Hava və dəniz sənayesi: Gəmilərdə və təyyarələrdə güclü külək və suya qarşı müqavimət tələb olunduğundan laminat şüşələr burada da geniş tətbiq edilir (Petrov, Vasil'yev, 2019).

Üstünlükləri və çatışmazlıqları

Laminat şüşələrin əsas üstünlükləri onun yüksək təhlükəsizlik səviyyəsi, davamlılığı və çoxfunksionalılığıdır. Bu materialın istifadəsi nəticəsində enerjiyə qənaət edilir, səs və istilik izolyasiyası artır, həmçinin insanların təhlükəsizliyi qorunur.

Lakin bəzi çatışmazlıqlar da mövcuddur. Laminat şüşələrin istehsalı adi şüşə ilə müqayisədə daha bahalıdır. Bundan əlavə, müəyyən hallarda laminat şüşələrin çəkisi ağır olduğundan onların daşınması və quraşdırılması çətinlik yarada bilər (İsmayılov, Hüseynov, 2018).

Gələcək perspektivləri

Texnologiyanın inkişafı ilə laminat şüşələrin yeni nəsil versiyaları yaradılmaqdadır. Xüsusilə, ağıllı şüşə texnologiyaları vasitəsilə şüşələrin işıq keçiriciliyinin idarə edilməsi və enerji səmərəliliyinin artırılması üzərində işlər aparılır. Bundan əlavə, daha yüngül və möhkəm materiallarla laminat şüşələrin keyfiyyətini artırmaq və istehsal xərclərini azaltmaq mümkün ola bilər.

Ümumilikdə, laminat şüşələr müasir sənayenin və tikinti sektorunun ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Onun fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri sayəsində müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq olunması gələcəkdə bu materialın daha da təkmilləşdirilməsi və yeni texnologiyalara uyğunlaşdırılması üçün geniş imkanlar yaradır (Schneider, Engelhardt, 1997).

Tədqiqat metodları

Laminat şüşələrin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üçün müxtəlif tədqiqat metodlarından istifadə olunmuşdur. Bu metodlar materialın strukturunu, mexaniki möhkəmliyini, istilik və səs izolyasiyasını, həmçinin kimyəvi davamlılığını təhlil etməyə imkan vermişdir.

1. Mikrostruktur analizi

Mikrostruktur təhlili üçün elektron mikroskopiyadan istifadə edilmişdir. Bu üsul vasitəsilə laminat şüşələrin qatlarının bir-biri ilə birləşmə dərəcəsi, polimer bağlayıcıların homogenliyi və səth strukturu araşdırılmışdır.

2. Mexaniki testlər

Laminat şüşələrin zərbəyə qarşı dayanıqlığını və elastikliyi qiymətləndirmək üçün aşağıdakı testlər aparılmışdır:

Sərtlilik testi – Şüşə qatlarının sərtliyi Vickers və Mohs metodları ilə ölçülmüşdür.

Zərbə testi – Düşən kütlə üsulu ilə müxtəlif polimer bağlayıcılar arasında müqavimət fərqləri müəyyən edilmişdir.

Əyilmə və gərginlik testi – Şüşənin elastiklik həddi və deformasiyaya qarşı müqaviməti üç nöqtəli əyilmə üsulu ilə araşdırılmışdır.

3. İstilik və səs izolyasiyası testləri

İstilik keçiriciliyi testi – Şüşə qatlarının istilik izolyasiya qabiliyyəti termal kamera və istilik axını sensorları vasitəsilə ölçülmüşdür (Parsons, 1994).

Səs udma testi – Səsin laminat şüşələr tərəfindən nə dərəcədə udulması və ötürülməsi xüsusi akustik kamera və desibel ölçən cihazlarla qiymətləndirilmişdir.

4. Kimyəvi müqavimət testləri

Turşu və qələvi müqaviməti testi – Şüşə nümunələri müxtəlif konsentrasiyalı turşular və qələvilərlə təmas etdirilərək onların eroziyaya qarşı müqaviməti müşahidə edilmişdir.

UV şüalarına davamlılıq testi – Laminat şüşələrin ultrabənövşəyi şüalar altında dayanıqlığı və rəng dəyişimi xüsusi UV kamerada test edilmişdir.

5. Optik və işıq keçiriciliyi testləri

Laminat şüşələrin işıq keçiricilik dərəcəsi spektrofotometriya metodu ilə müəyyən edilmişdir. Rəngli və şəffaf şüşələr arasındakı optik fərqlər araşdırılmışdır.

Bu tədqiqat metodlarının tətbiqi nəticəsində laminat şüşələrin müxtəlif bağlayıcı qatlarla istehsal edildikdə hansı üstünlüklərə və çatışmazlıqlara malik olduğu müəyyən edilmişdir. Gələcəkdə bu metodların daha da təkmilləşdirilməsi və yeni kompozit materiallarla müqayisəli analizlərin aparılması tövsiyə olunur (Schneider, Engelhardt, 1997).

Nəticə

Laminatlı şüşələr müasir materiallar arasında önəmli yer tutur və geniş tətbiq sahələrinə malikdir. Bu tədqiqat çərçivəsində laminat şüşələrin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri ətraflı şəkildə araşdırılmış, müxtəlif bağlayıcı materialların şüşə qatlarının mexaniki, istilik, səs və kimyəvi xüsusiyyətlərə təsiri öyrənilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, laminat şüşələrin tərkibində istifadə olunan polimer bağlayıcılar materialının ümumi xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirir və ona unikal üstünlüklər qazandırır.

Laminat şüşələr adi şüşələrə nisbətən daha yüksək mexaniki dayanıqlığa malikdir. Şüşə qatları arasındakı polimer bağlayıcılar materialının elastikliyi artırır və ona zərbəyə qarşı davamlılıq qazandırır. PVB əsaslı şüşələr ən yüksək zərbə müqavimətini nümayiş etdirir, xüsusilə avtomobil şüşələri üçün ideal seçimdir.

Laminat şüşələrin istilik izolyasiyası xüsusiyyətləri də yüksək olmuşdur. EVA və ionoplast qatranları ilə hazırlanmış laminatlı şüşələr istilik ötürməsinə minimuma endirir, bu da onların enerji effektivliyini artırır. Bu xüsusiyyət bina fasadlarında və günəş enerjisi sistemlərində tətbiq üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Laminat şüşələr yüksək səs izolyasiyası təmin edir. Şüşə qatları arasındakı polimer materiallar səs dalğalarını udmaq qabiliyyətinə malikdir, bu da onları ofis binaları, konsert zalları və digər səs həssas mühitlər üçün ideal edir. Araşdırmalar göstərdi ki, qalın laminatlı şüşələr (10 mm və daha çox) ən yüksək səs izolyasiyası göstərmişdir.

Şüşələr müxtəlif kimyəvi maddələrə qarşı yüksək müqavimət göstərmişdir. Xüsusilə ionoplast və EVA əsaslı şüşələr turşulara və qələvilərə qarşı yüksək davamlılıq nümayiş etdirmişdir. Bu xüsusiyyət, laminatlı şüşələrin xüsusilə sənaye obyektlərində və ekstremal şəraitdə tətbiqi üçün əhəmiyyətlidir.

Laminat şüşələrin UV şüalarına qarşı müqaviməti yüksək olmuşdur. Xüsusilə ionoplast və EVA əsaslı şüşələr ultrabənövşəyi şüaları effektiv şəkildə udaraq daxili mühitin qorunmasına kömək edir.

Bu xüsusiyyət, şüşələrin günəş işığına birbaşa məruz qalan sahələrdə, məsələn, avtomobillərdə və binaların fasadlarında istifadəsini təmin edir.

Ümumilikdə, laminat şüşələr müasir tikinti, avtomobil sənayesi və digər sahələrdə geniş tətbiq sahələrinə malikdir. Onların təhlükəsizlik, enerji səmərəliliyi, akustik və istilik izolyasiyası xüsusiyyətləri materialın üstünlüyünü artırır və müxtəlif mühəndislik və dizayn sahələrində istifadəsini daha da artırır.

Laminat şüşələrin tətbiq sahələrinə uyğun seçim edilməsi vacibdir. Məsələn, yüksək təhlükəsizlik tələb edən sahələrdə PVB əsaslı şüşələr, enerjiyə qənaət və istilik izolyasiyası üçün isə EVA və ionoplast əsaslı şüşələr tövsiyə olunur. Gələcək tədqiqatlarda daha yüngül və ekoloji cəhətdən təmiz bağlayıcı materialların istifadəsi və yeni istehsal texnologiyalarının inkişafı üzərində işlər aparılmalıdır. Texnologiyanın inkişafı ilə laminasiya olunmuş şüşələrin "ağıllı" xüsusiyyətləri (məsələn, işıq keçiriciliyinin idarə edilməsi və enerjiyə qənaət) daha da təkmilləşdirilməli və ekoloji aspektlər nəzərə alınmalıdır.

Bu tədqiqatın nəticələri laminatlı şüşələrin inkişafı və müxtəlif sahələrdə istifadəsi üçün yeni perspektivlər təqdim edir. Laminat şüşələr davamlı və çoxfunksiyalı material olaraq müasir inşaat və sənaye sahələrinin inkişafında mühüm rol oynamağa davam edəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Əliyev, V. (2019). Akustik və istilik izolyasiyası xüsusiyyətləri ilə laminatlı şüşələr. *Mühəndislik və Tikinti*, 12(1), 68-75.
2. İsmayılov, T., Hüseynov, R. (2018). Polimer əsaslı bağlayıcıların təbəqə şüşələrinə təsiri. *Texnologiya və İnnovasiya*, 15(2), 102-110.
3. İvanov, S.P. (2021). Mekhanicheskiye svoystva mnogosloynnykh stekol i ikh primeneniye v stroitel'stve. *Zhurnal inzhenernykh tekhnologiy*, 29(3), 112-118.
4. Kuznetsov, A.S. (2020). Teploizolyatsionnyye i akusticheskiye svoystva mnogosloynnykh stekol. *Stroitel'nyye materialy*, 18(1), 59-65.
5. Quliyev, F. (2017). Laminatlı şüşələrin sənayedə tətbiqi və inkişaf perspektivləri. *Azərbaycan Sənaye Jurnalı*, 5(3), 30-38.
6. Parsons, R. (1994). *Glass Science and Technology*. Academic Press.
7. Petrov, V.A., Vasil'yev, I.M. (2019). Vliyaniye polimernykh svyazuyushchikh na kharakteristiki mnogosloynnykh stekol. *Zhurnal materialovedeniya*, 42(2), 89-96.
8. Schneider, G., Engelhardt, G. (1997). Chemical Composition and Properties of Glasses. *Springer-Verlag*.
9. Sidorov, M.N. (2018). Khimicheskaya stoykost' mnogosloynnykh stekol. *Zhurnal khimicheskoy tekhnologii*, 35(4), 74-81.

Daxil oldu: 15.12.2024

Qəbul edildi: 20.03.2025