

UOT 621-035.3:674

POLİMER KOMPOZİT MATERIALLARIN STRUKTURU VƏ MEXANİKİ SINAQLARININ NƏTİCƏLƏRİ

İsmayilov N.Ş., Kəlbəyev F.M., Babayev L.V., Mənsimov K.T.

“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ

AZ1000, Bakı şəh., Z. Əliyeva küç., 18

E-mail: nizism@mail.ru, farqan.kalbiyev@asco.az, lachin.babayev@asco.az,
kamranmansimov464@gmail.com

Xülasə. Məqalədə polimer kompozit materialların strukturu və mexaniki sınaqlarının nəticələri araşdırılmışdır. Mexaniki dartılma sınaqları üçün polimer kompozit material nümunələri müəyyən olunmuş və sınaqlar aparılmışdır.

Polimer kompozit material nümunələrinin dartılmada möhkəmlik həddinin orta qiymətlərinin müqayisəsi aparılmışdır. Möhkəmləndirici elementlərin kompozit material nümunələrinin möhkəmliyinə təsiri öyrənilmişdir. Polimer kompozit material nümunələri üçün sıxılma, əyilmə sınaqları aparılmışdır. Polimer kompozit material nümunələrinin sıxılmada möhkəmlik həddinin qiymətlərinin müqayisəsi aparılmışdır.

Abstract. The article examines the structure and mechanical test results of polymer composite materials. Polymer composite material samples were identified and tested for mechanical tensile tests.

The average values of tensile strength of polymer composite material samples were compared. The effect of reinforcing elements on the strength of composite material samples was studied. Compression and bending tests were conducted for polymer composite material samples. The values of compressive strength of polymer composite material samples were compared.

Аннотация. В статье рассмотрены результаты механических испытаний полимерных композиционных материалов. Образцы полимерного композиционного материала были отобраны и испытаны на различные механические свойства.

Проведено сравнение средних значений предела прочности образцов полимерного композиционного материала. Изучено влияние армирующих элементов на прочность образцов композиционного материала. Проведены испытания на сжатие и изгиб образцов полимерного композиционного материала. Сравнены предельные значения прочности на сжатие образцов полимерных композиционных материалов.

Açar sözlər: kompozit materiallar, sınaqlar, nümunələr, sıxılma, əyilmə, dartılma

Key words: composite materials, tests, samples, compression, bending, tension

Ключевые слова: композиционные материалы, испытания, образцы, сжатие, изгиб, растяжение

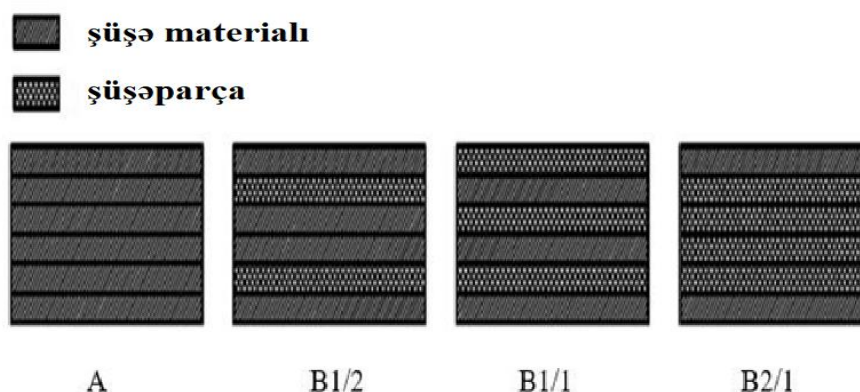
Giriş. Polimer kompozit materiallar müasir sənayedə geniş tətbiq olunan materiallardır. Onlar yüksək möhkəmlik, yüngüllük, korroziyaya davamlılıq və xüsusi mexaniki xassələrinə görə aviasiya, avtomobil sənayesi, tikinti, gəmiqayırma və digər sahələrdə istifadə olunur. Bu materialların performansını qiymətləndirmək üçün müxtəlif mexaniki sınaqlar tətbiq olunur. Mexaniki sınaqlar polimer kompozit materialların mexaniki xassələrini qiymətləndirmək üçün aparılır.

Polimer kompozit materialların strukturu. Polimer kompozit materiallar, iki və ya daha çox fərqli materialın birləşməsindən yaranan və bir-birinin xüsusiyyətlərini tamamlayan məhsullardır. Bu materiallar, adətən, polimer matris (əsas material) və möhkəmləndirici materiallardan (məsələn, karbon liflər, şüşə liflər və ya aramid liflər) ibarətdir.

Şüşə liflərə əsaslanan polimer kompozit materiallardan gövdə konstruksiyalarının istehsalı üçün Registrin qaydaları şüşəparça daxil olan möhkəmləndirmə sxemindən istifadə etməyi tövsiyə edir. Bunu etmək üçün əsasən bu materialların kövrəklik problemini həll etmək lazımdır [3, 4].

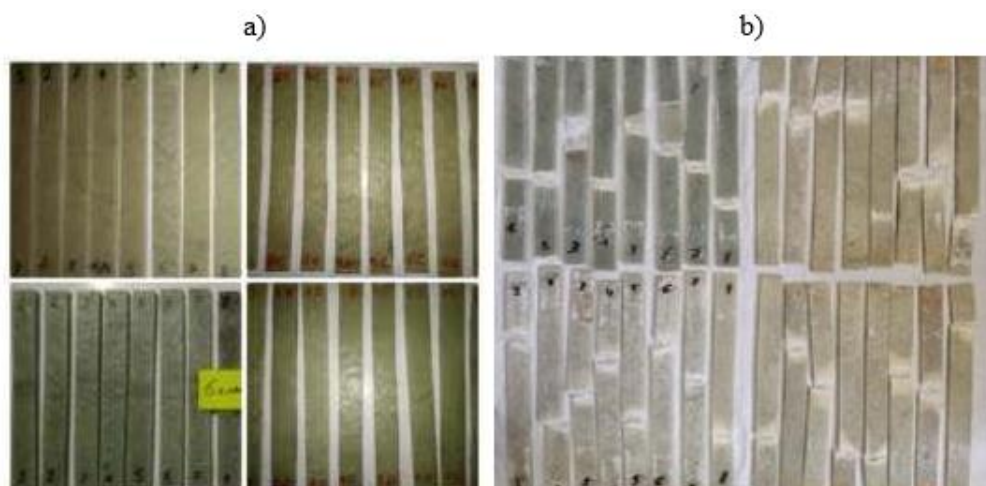
Möhkəmləndirici elementlərin yığılma sxeminin polimer kompozit materialların möhkəmlilik xüsusiyyətlərinə təsirini müəyyən etmək üçün eyni sayda təbəqə ilə ($n_a = 6$) 4 lövhə hazırlanmış və möhkəmləndirici elementlərin hər bir təbəqəsinə 400 q polyester qatranı çəkilmişdir [5, 6], [3, 4].

Birinci partiya A hərfi ilə işarələnmişdir və emulsiya şüşə markası (EMS-600) və “Yarkopol-110” termoset qatranı əsasında hazırlanır. Qalan üç partiya B hərfi ilə işarələnmişdir və əlavə olaraq EWR 580 markalı şüşəparçasını ehtiva edir. Şüşə lif təbəqələrinin sayı adi şüşə təbəqələrinin sayına fərqli nisbətdə (B1/2, B1/1, B2/1) götürülür. Möhkəmləndirici elementlərin düzülüşü şəkil 1-də göstərilmişdir [3, 5].



Şəkil 1. Hazırlanmış lövhələrin möhkəmləndirici elementlərinin düzülmə sxemi

Sınaq nümunələrinin sınaqdan əvvəl və sonra görünüşü şəkil 2-də göstərilmişdir. Qeyd olunur ki, bütün nümunələr üçün dartılma sınaqları zamanı nasazlıq növü işçi zonada eninə qırılmaadır [5, 7].

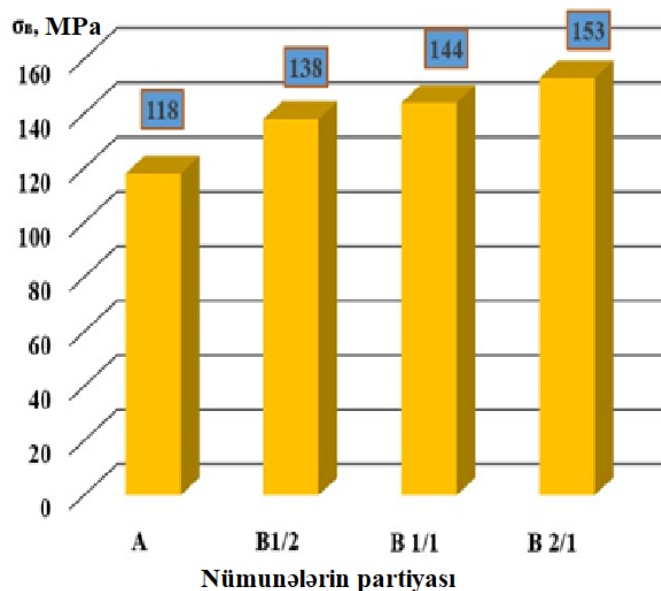


Şəkil 2. Mexaniki dartılma sınaqları üçün PKM nümunələri:
a – sınaqdan əvvəl; b – sınaqdan sonra

A, B1/2, B1/1, B2/1 partiyalarının PKM nümunələrini gərginlik üçün sınaqdan keçirərkən əldə edilən məlumatların statistik emalı aparılmışdır. Nəticələrin dispersiya təhlili göstərdi ki, A, B1/2, B1/1, B2/1 qruplarında orta qiymətlər arasında ciddi fərqlər var, ona görə də şüşəparçanın

təbəqələrinin sayı şüşə liflərə əsaslanan PKM-in dartılma qüvvəsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Nümunə partiyalarının (A, B1/2, B1/1, B2/1) dartılma möhkəmlik həddinin orta qiymətlərinin təhlili (şəkil 3) göstərir ki, lifli şüşəparça təbəqələrinin sayının artırılması adi şüşəyə nəzərən PKM-in dartılma qüvvəsini 1/2 nisbətində 17%, 1/1 nisbətində 22% və 2/1 nisbətində 30% artır [9,10].



Şəkil 3. PKM nümunələrinin dartılma möhkəmlik həddinin orta qiymətlərinin müqayisəsi

Möhkəmləndirici elementlərin möhkəmliyə təsiri. GOST 4651-2014-ə uyğun olaraq, sıxılma sınaqlarını həyata keçirmək üçün ölçüləri 10 × 10 mm olan düzbucaqlı prizma şəklində olan nümunələr istehsal edilmiş lövhələrdən (A, B1/2, B1/1, B2/1) kəsilir. Hazırlanmış nümunələrin görünüşü şəkil 4, a-da göstərilmişdir. Sıxılma sınaqlarını apararkən nəzərə çarpır ki, sınaq nümunəsi dağıldıqda, sınaq maşınının P₅ saat göstəricisində sıxılma qüvvəsi sürətlə artır və bu anda onun qiyməti F_{max} dağıdıcı yük kimi qəbul edilir.

Nümunələrin dağılması təbəqələrin soyulması və ya liflərin qırılması şəklində müşahidə olunur (şəkil 4, b).

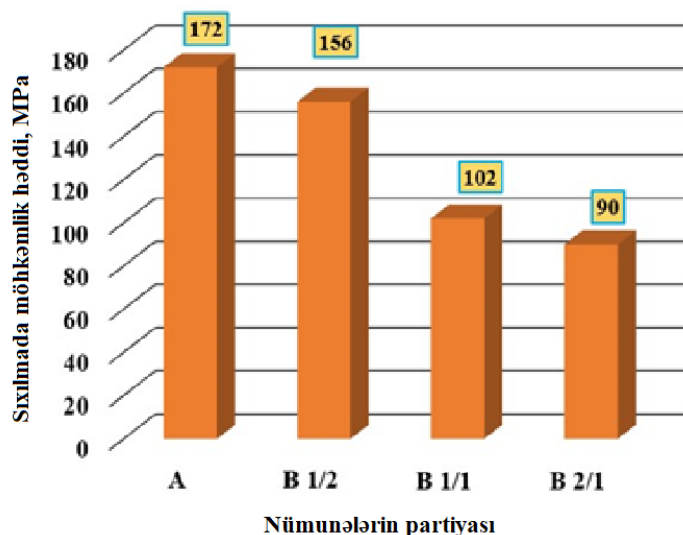


Şəkil 4. Sıxılma sınaqları üçün hazırlanmış PKM nümunələri: a – sınaqdan əvvəl; b - sınaqdan sonra

Alınmış nəticələrin statistik emalı nəticəsində A, B1/2, B1/1, B2/1 sıxılma sınaqları zamanı aşkar edilmişdir:

- ✓ təsadüfi dəyişənin paylanması normal paylanma qanuna tabedir;
- ✓ nəticələrin dispersiyaları homogendir.

Sıxılmada möhkəmlik həddində PKM nümunələrinin son qüvvəsinin orta qiymətlərinin müqayisəsi şəkil 5-də verilmişdir. Şüşəparça təbəqələrinin sayının adi şüşə təbəqələrinin sayına nisbətinin artması son nəticənin azalmasına səbəb olur. Sıxılmada PKM-in qüvvəsi 1/2 nisbətində 9%, 1/1 nisbətində 41% və 1/2 nisbətində 48% təşkil edir.



Şəkil 5. PKM nümunələrinin sıxılmada möhkəmlik həddi

Fərqli şüşə lifli parça təbəqələrinin sayının adi şüşə miqdarına müxtəlif nisbətlərində PKM-in mexaniki xüsusiyyətlərini müqayisə etmək üçün gərginlik və sıxılma sınaqları keçirilmiş və eyni strukturun PKM nümunələrində üç nöqtəli əyilmə sınaqları aparılmışdır. Sınaq metodları GOST 4648-2014-ə əsaslanır və bütün nümunələr üçün dayaqararası məsafə $L_{mo} = (16 \pm 1) \cdot t = 100$ mm təşkil etmişdir.

Testlər düzbucaqlı kəsiyi olan zolaqlar şəklində nümunələr üzərində aparılmışdır (şəkil 6, a). Bu sınaqlarda əyilmə qiyməti ölçülməmişdir, çünki materialın kövrək qırılması nəzərə çarpır və heç bir əhəmiyyətli vizual ayrılıq müşahidə olunmur. F_{max} qırılma yükü səth çatının meydana çıxdığı anda qeydə alınır.

Bükülmə sınağı zamanı bütün nümunələrin dağılması növü eynidir. Müəyyən edilmişdir ki, dağılma aşağı təbəqələrin uzanması, ardınca möhkəmləndirici elementin təbəqələrinin qopması və soyulması nəticəsində baş vermişdir (şəkil 6, b).



Şəkil 6. Üç nöqtəli əyilmə üçün PKM-in sınaqdan keçirilməsi üçün hazırlanmış nümunələr:
a – sınaqdan əvvəl; b – sınaqdan sonra

Nəticə. EMC-600 şüşəsi, EWR 580 şüşəparça və Yarkopol-110 poliestər qatranından hazırlanmış PKM nümunələrinin gərginlik, sıxılma və əyilmə üçün mexaniki sınaqları aparılmışdır. Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, EMC-600 markalı şüşə laylarının sayına nisbətən EWR 580 markalı şüşəparça təbəqələrinin sayının artması ilə PKM-in dartılmada möhkəmlik həddi artır, sıxılma və əyilmə hədləri isə azalır.

Beləliklə, təhlillərə əsaslanaraq deyə bilərik ki, polimer kompozit materialların mexaniki sınaqları onların performansını qiymətləndirmək üçün əsas vasitədir. Bu sınaqlar materialın müxtəlif yüklənmə şəraitində davranışını öyrənməyə və tətbiq sahələrini müəyyən etməyə imkan verir. Texnologiyaların inkişafı ilə bu materialların gəmiqayırma və gəmi təmirində daha geniş tətbiq tapacağını proqnozlaşdırmaq olar.

*Bu iş Azərbaycan Elm Fondunun maliyyə dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir – **Qrant № AEF-MGC-2024-2(50)-16/01/1-M-01.***

Ədəbiyyat

1. Гуменюк Н.С., Грушин С.С. Применение композиционных материалов в судостроении // Современные наукоемкие технологии. 2013. №8. с. 116–117.
2. Булкин В.А. Применение перспективных Композиционных материалов в надводном судостроении/ В.А. Булкин, Н.Н. Шляхтенко//Морской вестник. – 2013. – № 1 (45). – с. 6 -8. Федонюк, А.В.
3. Использование композиционных конструкционных материалов при создании ПЛ. Аналитический отчет. Вып. 18. СПб.: ОАО «Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин», 2014.
4. Невероятная супер-яхта Khalilah от Palmer Johnson (фото) // RuYachts.com: информационный портал о мире яхтинга и водной техники [Электронный ресурс]. URL: <http://ruyachts.com/journal/pervyie-foto-neveroyatnoy-super-yahtyi-khalilah-ot-palmer-johnson/> (дата обращения: 15.04.2018).
5. Трясунов. В.С. Полимерные композиционные материалы на основе винилэфирных смол и вакуумная технология изготовления на их основе современных судовых корпусных конструкций: дис. ...канд. Техн.наук:05.16.09/Трясунов Владимир Сергеевич. СПб., 2018. - 165с.
6. Углеродные волокна / Под ред. Симамуры, пер. с яп. под ред. Э. С. Зеленского. – М.: Мир, 1987. –304 с.
7. Vasileios Karatzas. COMPASS – COMposite superstructures for large PASsenger Ships: Technical Report. Denmark.: – 2016. – 247 p.
8. Гладышева И.В. Проблемы конкурентоспособности судостроения России/ И. В. Гладышева// Российский экономический интернет-журнал. –2006. – № 4. – С. 50-56.
9. Кутейников М.А. Разработка новых правил по конструкции и прочности морских судов из полимерных композиционных материалов/М.А. Кутейников, С.М. Кордонец, Н.Н. Федонюк//Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства. – 2017. – № 46-47. –с. 64-71.
10. Перов Ю.Ю. Исследование механических свойств гибридных композитов, склонных к кромочному расслоению //Механика композиционных материалов. –1990. –№1. –с.61-68.

Мəqalə qəbul olunub: 18.04.25
Təvsiyə edib: dos. Xankişiyev İ.A.