

УДК 691:699.841:621.763

В. Ігнат'єва, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ РОБОТИ ПРОФІЛЬНИХ ВИРОБІВ, АРМОВАНИХ ВОЛОКНАМИ КОМПОЗИТИВ У КОНСТРУКЦІЇ

V. Ihnatieva, Ph.D., Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Puluuj National Technical University, Ukraine

ANALYSIS OF THE WORK OF PROFILE PRODUCTS REINFORCED WITH FIBRE COMPOSITES IN THE STRUCTURE

Abstract. Analysis of the work of products made of composite materials of simple and complex cross-section in constructions under simple and complex loads is carried out. The existing methods of increasing mechanical characteristics of products from composite materials are given. Negative consequences and disadvantages of application of existing methods of increasing mechanical characteristics of products from composite materials are formulated.

Композиційні матеріали знаходять дедалі ширше застосування в різних галузях транспортного машинобудування, авіабудування, ракетобудування, будівництва. Їх структура дає змогу здійснювати широке варіювання властивостей армованого матеріалу, посилення його в найнавантажениших напрямках [1].

Профільні вироби використовуються як самостійні вироби у вигляді балок, валів, стержнів, і як елементи силового набору конструкцій у вигляді підкріплювальних елементів (лонжеронів, стрінгерів, шпангоутів і т. і.). Вид профілю визначається конструкцією та умовами роботи виробу. Перерізи стержневих елементів можуть утворювати суцільний, порожнистий, замкнутий або розімкнений профілі і можуть мати вигляд простих або складних геометричних фігур.

До декоративних, слабонавантажених профільних виробів зазвичай не висувається особливо високих вимог з погляду механіки, і їх конструкція визначається експлуатаційними вимогами та дизайном.

При простих видах навантаження (розтяг, стиск, кручення) оптимальною конструкцією є стержневі елементи круглого та кільцевого поперечних перерізів. Вироби такої форми добре механічно та термічно врівноважені та прості у виготовленні.

Найбільш складні види механічного впливу відчують конструкції, що працюють в умовах вигину та при складному навантаженні. У поперечних перерізах стержневого виробу, при цьому, діють нормальні та дотичні напруги, які нерівномірно розподілені площею поперечного перерізу. Внаслідок цього стержні оптимальної конструкції повинні мати складну форму профілю. Для виробів, що працюють в умовах вигину, найчастіше використовуються двотаврові, швелерові, коробчасті, П - і Z - образні профілі поперечного перерізу. Кутові та таврові профілі використовуються для стержнів які працюють як підкріплюючі елементи [2].

У всіх перерахованих вище видах профільних виробів при прикладанні згинального навантаження в точках, найбільш віддалених від нейтральної лінії, діють максимальні розтягуючі та стискаючі осьові напруги, які сприймаються в основному полицями профілю. У стійці профілю з'являються дотичні напруги, які досягають максимальної величини в точках на нейтральній осі. Також, особливістю тонкостінних складнопрофільних виробів є те, що і в полицях також виникають горизонтальні дотичні напруги, які змінюються за лінійним законом і досягають найбільшої величини в точках з'єднання полиць та стійки [2].

Дотичними напругами, при використанні ізотропних матеріалів, можна знехтувати, тому що в порівнянні з діючими нормальними напругами вони мають малу величину [1].

При використанні для виготовлення профілів армованих волокнами композитів їх міцність при зсуві може бути порівнянна з діючими значеннями дотичних напруг, що суттєво знижує несучу здатність таких виробів. Особливо це стосується матеріалів на основі високомодульних та високоміцних наповнювачів – органопластиків, боропластиків та вуглепластиків, ступінь анізотропії яких досягає 40...100. Це пов'язано з тим, що механічні характеристики армованих матеріалів у трансверсальних напрямках і при зсуві визначаються в основному механічними властивостями полімерної матриці та міцністю зчеплення компонентів, які значно нижчі за властивості волокнистих наповнювачів.

Підвищення трансверсальних і зсувних характеристик армованих полімерних матеріалів є актуальним напрямком у галузі виробництва конструкцій з композиційних матеріалів. Низькі значення цих характеристик можуть відігравати значну роль під час стискання та вигину виробів із композиційних матеріалів.

Руйнування від міжшарових зрушень спостерігається і в таких типових конструкціях, як стрижні, пластини, оболонки в момент втрати стійкості, в зонах крайових ефектів та місця застосування зосереджених сил. Поганий опір поперечному відриву є причиною розшарування конструкцій під дією порівняно невеликих технологічних або експлуатаційних трансверсальних напруг, що призводить до випучування окремих шарів при стисканні, згинанні, при навантаженні намотувальних конструкцій зовнішнім тиском. Методи боротьби з цим явищем – конструктивне доопрацювання виробу.

Поряд зі створенням нових типів арматури і сполучних, велику роль у підвищенні механічних характеристик армованих пластиків відіграють удосконалення конструктивних схем виробів із композиційних матеріалів і розроблення нових технологічних процесів, що забезпечують максимальне використання міцності вихідних матеріалів.

Відмінною особливістю конструкційних методів підвищення характеристик композитів є запровадження додаткового наповнювача під кутом до основної арматури. В результаті підвищуються механічні характеристики в трансверсальних напрямках і забезпечується додатковий механічний зв'язок між шарами основного армуючого матеріалу.

Дослідження у цьому напрямку проводилися шляхом створення шаруватих багатоспрямованих структур, плетених і просторово армованих матеріалів, використанні гібридних композитів, що забезпечують високі значення механічних характеристик композиційних матеріалів у напрямку дії головних напруг [1].

Однак використання цих методів тягне за собою й низку негативних наслідків. Введення додаткового матеріалу в напрямках, що не збігаються з основним напрямом армування, призводить до відповідного зниження механічних характеристик композиту у напрямку укладання головної арматури. Крім того, виготовлення просторово армованих і тканих структур призводить, як правило, до викривлення волокон, що суттєво знижує їх механічні характеристики.

Література.

1. Фрегер Г. Е. Основы механики и технологии композиционных материалов. [Текст]: уч. пос. / Г.Е. Фрегер, М.Д. Аптекарь, Б.Б. Игнатьев, В.В. Чесноков, А.Х. Меликбекян, В.А. Коструб. – К.: Аристей, 2004. – 524 с.

2. Ігнатьєва В.Б. Особливості роботи профільних виробів з композиційних матеріалів у будівельних конструкціях, розташованих в сейсмічних районах. [Текст] / В.Б. Ігнатьєва, М.І. Гудь // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: зб. наук. праць. – Дніпро. – 2021. – № 20. – С. 19 – 25.