

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗРАЗКІВ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Фостик П.П., Алексенко В.Л., Кацалап А.О., Степанян А.А.

*Херсонська державна морська академія,
(Україна)*

Вступ. Перехід до шостого технологічного укладу [1–3] характеризується широким впровадженням та виробництвом нових конструкційних матеріалів із заздалегідь заданими покращеними властивостями. Одними із найважливіших галузей застосування зазначених матеріалів будуть транспортні технології, зокрема суднобудування та транспортна інфраструктура. Ці матеріали потіснять традиційну низьколеговану суднобудівну сталь, як сталь позаминулого століття потіснила деревину і стануть важливим елементом технологічної революції на водному транспорті.

Розробка перспективних композитних матеріалів має включати масштабні теоретичні та експериментальні дослідження для конструювання та прогнозування властивостей цих матеріалів, серед яких важливе місце займають епоксикомпозити. Такі дослідження та паралельна підготовка чергового покоління фахівців повинні включати прийнятій у передових наукових школах принцип «вчитель – учений» [4, с. 10].

Стан питання. Для реалізації цього принципу та виховання молодшої еліти спеціалістів, із ініціативи викладачів та співробітників НДІ полімерних композиційних матеріалів у суднобудуванні (ПКМС), на базі Херсонської державної морської академії (ХДМА) створено гурток та студентське конструкторське бюро (СКБ). Розробки творчих груп курсантів створюваних у СКБ для вирішення окремих технічних завдань представлені у численних спільних із співробітниками НДІ ПКМС публікаціях, у тому числі й у цій роботі.

Сучасні експериментальні дослідження потребують і сучасної лабораторної бази. Тому для випробування матеріалів нового покоління необхідно використовувати найдосконаліше сучасне обладнання. З іншого боку, має бути відпрацьована методологія та метрологічне забезпечення цих досліджень. Але під час роботи на передових позиціях науки серйозне устаткування неспроможне повною мірою забезпечити потреби досліджень. Отже, виникає необхідність створення як окремих пристроїв, так і цілих комплексів унікальних приладів та наукових методик, що потребують дослідно-експериментальних розробок.

Зокрема, при дослідженні фізико-механічних властивостей нових композиційних матеріалів, що розробляються в НДІ ПКМС, ведуться ДКР та виробництво дослідних екземплярів оснастки, що забезпечує підвищену технологічність при виготовленні в умовах лабораторії значних серій зразків для випробувань цих матеріалів.

Зразки матеріалів з реактопластів є можливим отримати литтям у форми без тиску. Матеріал форм повинен мати необхідну міцність, жорсткість, термостійкість і антиадгезійні властивості. В останньому випадку при необхідності на поверхню форм наносять антиадгезійні агенти інертні по відношенню до смоли, покривають тонкими плівками (поліетилен та ін.) або використовують відповідні матеріали, наприклад фторопласт.

Визначення механічних властивостей пластмас при розтягуванні регламентується ISO 527-2:2012 де типи зразків представлені на рис. 1 (зразки типу 1A та 1B), а їх розміри в табл. 1. Приклад конструкції форм для лиття під тиском у рекомендаціях ISO 1268-10:2005, рис. 2 (плити з порожнинами, що утворюють ливарну форму типу А ISO). Застосування зазначених ливарних форм пов'язане з такими недоліками.

Їх виготовлення є трудомістким, матеріаломістким, складним багатоопераційним технічним процесом і, отже, веде до високої вартості форм і зразків.

Якість лицьових та бічних поверхонь одержуваних зразків найчастіше

незадовільна.

Заливання форм із вертикальним положенням вісі зразків викликає труднощі при високій в'язкості композиту і загрожує утворенням повітряних порожнин і розшаруванням наповнювача.

Зазначені недоліки значною мірою усунуті при використанні оснастки, запропонованої для вилівки без тиску плоских зразків полімерів для випробувань на розтягування [5].

Технічне рішення відрізняється тим, що використовується оснастка, що складається з горизонтального набору декількох гладких плоских пластин і фасонними листовими вставками, що чергуються з ними, з наскрізними пазами у формі зовнішнього контуру зразків. У верхній частині фасонних вставок передбачені канали видалення надлишків матеріалу. Вся конструкція із пластин і фасонних вставок (рис. 1) збирається в єдиний пакет за допомогою наскрізних отворів та шпильок з елементами кріплення (рис. 2).

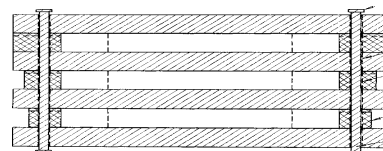
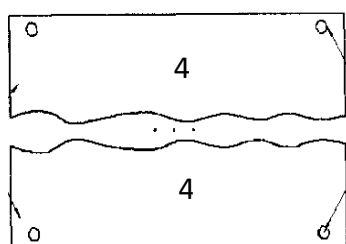
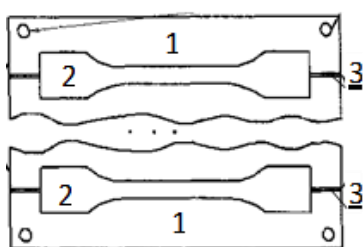


Рисунок 1 – Фасонна вставка та пластина (вид зверху)

1. Фасонна вставка, 2. Отвір фасонної вставки,
3. Канал фасонної вставки, 4. Пластина

Рисунок 2 – Оснащення в зборі (вид збоку)

Товщина гладких пластин і листових фасонних вставок може бути різною в межах одного і того ж багатомісного пакета форм.

Основним недоліком даної конструкції є складність обробки наскрізних пазів у фасонних листових вставках, що мають форму замкнутих внутрішніх контурів, які відповідають зовнішнім контурам зразків, шляхом фрезерування, електроерозії, лазерної вирізки, інших способів та фінішних операцій.

Мета розробки – створення технологічного оснащення для вилівки зразків з наповнених реактопластів для випробувань на розтягування, стиснення, вигин, ударну в'язкість, твердість, повзучість, теплостійкість, визначення коефіцієнта температурного розширення та інших видів випробувань відповідно до чинних стандартів або спеціальних технічних умов, де основні з вищеперерахованих недоліків існуючих технічних рішень будуть усунені.

Зміст ДКР. Поставлена перед НДЛ ПКМС технічна задача вирішена за рахунок того, що фасонні листові вставки виконуються складеними з плоских деталей, що мають бічні поверхні, пов'язані з бічними поверхнями зразків, деталей, що забезпечують їх складання на гладких плоских пластинах і складання гладких плоских пластин з розміщеними на них складовими фасонними листовими вставками у єдиний пакет. Сутність запропонованого технічного рішення пояснюється кресленнями.

При випробуваннях зразків матеріалів на стиснення проблемою є можлива втрата стійкості їхньої форми. Тому застосовують відносно короткі зразки. В результаті починає позначатися вплив тертя між торцями зразків і плитами пристрою, що навантажує. При цьому напружено-деформований стан (НДС) матеріалу у суттєвій частині обсягу матеріалу зразка відрізняється від чистого стиснення. Частково цей ефект зменшують, вдаючись до змащування поверхонь, що контактують.

При випробуваннях зразків матеріалів на розтягування виникає інша складніша

проблема – проблема закріплення зразків у захопленнях розривної машини. Крім основної робочої частини, на якій проводять вимірювання (*базова частина* зразка або просто *база*), зразок для випробування на розтягування забезпечується головками для закріплення в захватах розривної машини, а також перехідними між головками та базою ділянками, на яких складний НДС матеріалу в районі головок переходить до бази в стані близькому до чистого розтягування.

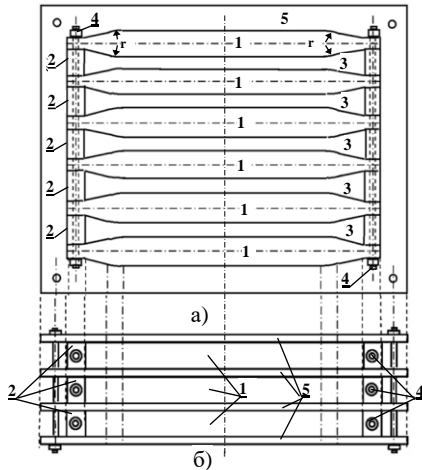


Рисунок 3 – Оснащення для виготовлення зразків під знімні заплічки (UA 144176 U) для випробувань на розтягування

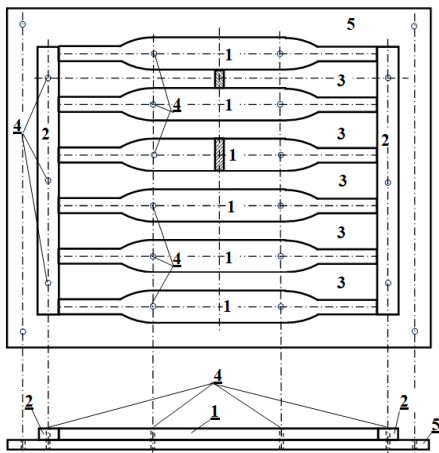


Рисунок 4 – Варіант конструкції складеної фасонної вставки для виготовлення тонких зразків

При виготовленні плоских тонкостінних зразків товщиною близько 2–4 мм, з'єднання елементів складової фасонної вставки за допомогою шпильок (рис. 3) не представляється можливим. В даному випадку доцільно кріплення деталей складової фасонної вставки через отвори в цих деталях на вертикальні штирі загвинчені, запресовані або іншим способом закріплені на відповідних місцях поверхні гладких пластин.

На рис. 4 представлена фасонна вставка, зібрана на гладкій пластині, призначена для вилівки зразків типу 1B ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009. Нумерація та призначення

На рис. 3 представлена оснастка, що відповідає запропонованому технічному рішенню, для вилівки зразків з клиновими кінцями під знімні голівки, що багаторазово використовуються (патент [6] на корисну модель) для випробувань на розтягування.

Складова фасонна вставка (рис.3а) збирається зі стрижнів прямокутного поперечного перерізу 1 бічні грані яких мають форму, пов'язану з бічними гранями зразків. Таким чином стрижні 1 і 2 утворюють ливарні гнізда 3, в які заливається матеріал зразків. З'єднання деталей фасонної вставки може бути виконано через отвори в деталях 1 і 2 стягуючими шпильками з різьбленням і гайками на кінцях 4 або іншим способом. Кожна зібрана з деталей 1, 2 і 4 складова фасонна вставка розміщується на

гладкій плоскій горизонтальній пластині 5 і ливарні гнізда 3 заповнюються композитом. Виконується складання гладких пластин із складовими фасонними вставками ливарні гнізда яких заповнені композитом у вертикальний пакет (рис. 3б). Зверху пакет накривається пластиною 5 і обжимається, наприклад, за допомогою шпильок 6 через отвори в пластинах, або струбцинами, вантажами або іншим способом.

У конструкціях на рис. 3 для складання на одній пластині l ливарних гнізд необхідно $n_1=l+1$ деталей типу 1 і $n_2=2l$ деталей типу 2. У однорідному m шаровому пакеті можна виготовити $L=lm$ зразків, для чого буде потрібно $N_1 = mn_1 = m(l+1)$ деталей типу 1 і $N_2 = 2ml$ деталей типу 2. Наприклад, складання 3-х шарового пакета з 5-ма ливарними гніздами в кожному шарі (рис. 3) вимагатиме $N_1 = 3 \cdot (5+1) = 18$ деталей типу 1 і $N_2 = 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30$ деталей типу 2, а також $m+1 = 3+1 = 4$ пластини 5.

основних деталей на рис. 3 та 4 збігаються. Вставка збирається накладенням отворами в деталях 1 і 2 на відповідні штирі 4 в гладкій пластині 5.

Пристрій працює наступним чином. На гладких пластинах 5 з деталей 1 і 2 або деталей іншої конструкції збираються складові фасонні вставки. У гнізда 3, що утворилися та мають форму зразків, заливається досліджуваний композит і гладкі листи із заповненими фасонними вставками збираються в пакет. Після затвердіння композиту пакет розбирається та отримані зразки витягуються з кожної складової фасонної вставки

Висновки та рекомендації. Технічні результати, що досягаються від використання запропонованого пристрою:

- деталі складових фасонних вставок мають зовнішні лекальні поверхні, пов'язані з поверхнею зразків, що спрощує їх обробку і знижує її трудомісткість;

- для виготовлення деталей складових фасонних вставок не потрібні листові заготовки порівняні з гладкими пластинами, отже, можливе використання напівфабрикатів у вигляді смуг, прутків, листових відходів та інше, що дозволяє знизити матеріаломісткість;

- надається можливість легко варіювати кількістю ливарних гнізд у межах одного гладкого листа;

- у процесі експлуатації пристрою спрощується очищення деталей складової фасонної вставки;

- запропонований пристрій має відносно просту конструкцію та доступний невеликим виробничим та науково-дослідним лабораторіям, наприклад на базі вищих навчальних закладів;

- є можливість обробки різанням зовнішніх лекальних поверхонь відразу в декількох однакових деталях фасонних вставок при скріпленні в пакети;

- вилучення затверділих зразків може бути полегшене шляхом повного або часткового розбирання деталей складової фасонної вставки.

У сукупності перелічені фактори дозволяють знизити витрати на виготовлення та експлуатацію пристроїв.

Таким чином, порівняно з відомими технічними рішеннями запропонована конструкція складових фасонних вставок в оснастці для виливки зразків полімерів для фізико-механічних випробувань має суттєві відмінності, що дозволяють отримати значний позитивний техніко-економічний ефект.

У перспективі НДЛ ПКМС планує розширити дослідну експлуатацію такого оснащення з апробуванням варіантів геометрії деталей та матеріалів конструкції, антиадгезійних покриттів, сполучних елементів та інших конструктивних та технологічних особливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ключко В.М. Стратегічні напрями освіти в новому технологічному укладі. Науковий вісник Ужгородського національного університету : серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2019. Вип. 25. Ч. 1. – С. 112–115.

2. Характерні риси 6-го технологічного устрою. URL: <https://web.archive.org/web/20170609215152/http://www.researchclub.com.ua/jornal/221> (дата звернення: 15.04.2024)

3. Ринок талантів: якою буде частка ІТ у ВВП України. URL: <https://mind.ua/openmind/20246322-rinok-talantiv-yakoyu-bude-chastka-it-u-vvp-ukrayini> (дата звернення: 15.04.2024)

4. Механика. Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. Перевод с англ. Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1971.

5. Оснастка для изготовления и подготовки образцов полимеров при испытании на растяжение. Пат. № 131170 Российская федерация: МПК G01N 3/00(2006.01) №

2012138782/28 заявл. 30.08.2012; опубл. 10.08.2013, Бюл. № 22. Жуков А.В., Гогин В.Л., Зайцев О.В., Мушенко В.Д., Мушенко Д.В.

6. Зразок для випробування композитних матеріалів на розтяг. Пат. № 144176 Україна: МПК G01N 3/08 (2006.01) № 2020 01975 заявл. 23.03.2020; опубл. 10.09.2020, Бюл. № 17. Алексенко В.Л., Бабій К.А., Богдан А.П., Сметанкін С.О., Соценко В.В., Фостик П.П., Юренін К.Ю.