

УДК 378.147.88; 620.17

Вивчення методів випробувань нових матеріалів в навчальному процесі

Шидловський М.С., Заховайко О.П.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

***Анотація:** На кафедрі Динаміки і міцності машин та опору матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського в межах навчальних дисциплін «Нові матеріали» та «Механіка полімерних матеріалів» передбачені лабораторні роботи, під час яких студенти вчать експериментально визначати характеристики міцності, пружності, повзучості та релаксації напружень конструкційних полімерів, пластмас та композиційних матеріалів при розтяганні, стисканні та згинанні в умовах статичного навантаження. У процесі виконання лабораторних робіт вони знайомляться з методами вибору матеріалів, оптимальних з точки зору матеріалоемності, міцності та стійкості до впливу навколишнього середовища в залежності від функціонального призначення. Виконання лабораторних робіт закріплюють теоретичні знання про структуру та механічні властивості нових конструкційних матеріалів.*

***Ключові слова:** конструкційні пластмаси; композиційні матеріали; механічні властивості; лабораторні роботи.*

Сучасний технічний прогрес тісно пов'язаний із застосуванням великої кількості нових конструкційних матеріалів, серед яких одне з чільних місць займають конструкційні пластмаси (КП) та композиційні матеріали (КМ) на полімерних основах. Унікальні фізико-механічні характеристики таких матеріалів (мала вага та висока питома міцність, можливість створення матеріалів із задалегідь заданими властивостями) роблять їх незамінними в багатьох галузях промисловості та сприяють зниженню матеріалоемності виробів.

Для коректного проведення розрахунків на міцність необхідно знати механічні властивості нових матеріалів, більшість з яких на сьогодні досліджені недостатньо повно. Тому кваліфікованим спеціалістам в галузі міцності та надійності необхідно оволодіти сучасними методами досліджень таких матеріалів з урахуванням супутніх факторів.

Навчальними програмами дисциплін «Механіка полімерних матеріалів» та «Нові матеріали» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» та «Інформаційні системи та технології в авіабудуванні» ММІ КПІ ім. Ігоря Сікорського передбачене виконання комплексу лабораторних робіт (табл. 1, рис. 1).

При проведенні лабораторних робіт студенти мають можливість оволодіти методами проведення механічних випробувань та визначення характеристик КП та КМ, поглибити та закріпити свої теоретичні знання з різних розділів курсу, ознайомитись з роботою сучасного випробувального устаткування, методами експериментальних досліджень та нормативно-технічною документацією на методи випробувань.

При виконанні лабораторних робіт студенти вивчають структуру та механічні властивості КП та КМ, методів експериментального їх визначення, знайомляться зі способами прогнозування довготривалої міцності і повзучості цих матеріалів.

Студенти вчать випробовувати матеріали під дією статичних та динамічних навантажень; обробляти діаграми деформування при розтязі, стиску та згині; визначати характеристики міцності та пружності матеріалів з урахуванням температури та швидкості навантаження; обробляти криві повзучості та релаксації напружень; визначати параметри рівнянь, що описують повзучість та релаксацію напружень з урахуванням температури; прогнозувати довготривалу міцність та повзучість під дією навантажень та впливу навколишнього середовища; користуватись довідковою літературою; аналізувати одержані експериментальні дані та складати звіти (протоколи) про проведені випробування.

В лабораторних роботах студенти проводять вимірювання міцності та пружності матеріалів, визначають основні в'язко-пружні та реологічні характеристики, вивчаються динамічні властивості та анізотропію механічних показників. В більшості робіт враховується температурний фактор, вимірюються відповідні деформації та проводиться співставлення експериментальних даних з результатами розрахунків. Це дає можливість закріпити знання та вміння, отримані студентами на лекційних і практичних заняттях.

Таблиця 1. Перелік лабораторних робіт, що виконуються

Назва лабораторних робіт	Короткий зміст
Тема: Міцність і деформування КП та КМ при короткочасному навантаженні	
Випробування КП на розтяг, стиск та згин	Визначення характеристик матеріалів
Дослідження впливу структури та наповнювача на міцність та деформаційні характеристики КП. Дослідження впливу температури та швидкості навантаження на механічні властивості КП. Визначення пружності та міцності анізотропного КМ	Аналіз результатів. Визначення коефіцієнтів функцій впливу.
Тема: В'язко-пружні властивості КП та КМ при тривалому навантаженні	
Побудова кривих повзучості. Визначення областей лінійності в'язко-пружних властивостей матеріалів	Проведення випробувань на повзучість та релаксацію напружень. Обробка кривих повзучості та релаксації. Визначення коефіцієнтів функцій впливу.
Визначення коефіцієнтів рівнянь температурно-часової аналогії. Побудова узагальнених кривих повзучості	
Визначення коефіцієнтів рівняння повзучості за узагальненою моделлю Кельвіна-Фойгта	
Розрахунок параметрів інтегральних рівнянь в'язко-пружності	
Побудова кривих релаксації напружень. Розрахунок коефіцієнтів рівняння релаксації за узагальненою моделлю Максвелла	
Тема: Динамічні властивості КП та КМ	
Визначення динамічного модуля пружності та характеристик розсіювання енергії при поперечних коливаннях	Визначення резонансних частот при коливаннях, побудова резонансних кривих. Розрахунок динамічних характеристик.
Вивчення впливу структури на динамічні характеристики КП та КП композиційних анізотропних матеріалів	
Вивчення впливу температури на динамічні властивості КП	
Тема: Температурні характеристики КП та КМ	
Дослідження впливу температури на міцність КП. Визначення температурних деформацій КП. Визначення температури розм'якшення та температури крихкості КП	Визначення діапазонів температур, в межах яких забезпечена робота КП

В процесі самостійної підготовки до лабораторних робіт студенти вивчають відповідні розділи теоретичного курсу та рекомендовану викладачем літературу [1-9]. Оформлення протоколів студенти проводять самостійно з використанням попередньо отриманих форм (бланків) протоколів. Протокол випробувань складається студентами індивідуально відповідно до діючих стандартів. До протоколів, виконаних на ПК, додаються схеми, графіки, програми і результати розрахунків.

У кожному протоколі мають бути відображено такі відомості: прилади та обладнання, що використовуються, режими випробування; марка матеріалу, тип і розміри зразків; стислий опис методики проведення випробувань; таблиці, в яких подаються виміряні або обчислені величини та їх розмірності; графіки та супутня інформація (назва матеріалів, стислий опис досліджуваних процесів, умови випробувань); описання методів та результати розрахунків.

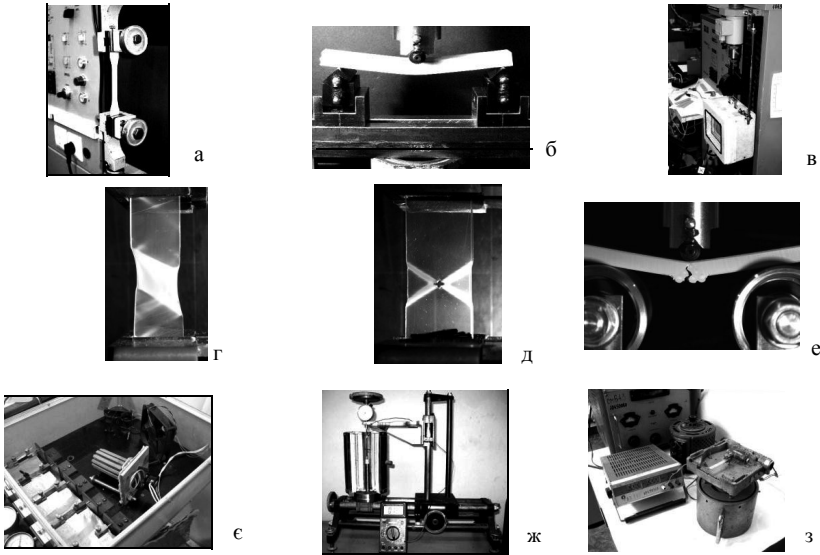


Рис. 1. Обладнання для лабораторних робіт: а - випробування на розтяг; - випробування на згин; в - робоче місце проведення лабораторних робіт; г, д - вивчення впливу концентраторів напружень на міцність КП; е - випробування зварних з'єднань елементів конструкцій з КП при згині; є - вимірювання деформацій повзучості КП при розтязі; ж - вимірювання температури розм'якшення КП; з - прилад для вимірювання динамічних характеристик КП

Висновки.

Представлений перелік лабораторних робіт, що виконуються в процесі вивчення дисциплін «Механіка полімерних матеріалів» та «Нові матеріали» студентами спеціальності

«Прикладна механіка» спеціалізацій «Динаміка і міцність машин» та «Інформаційні системи та технології в авіабудуванні», максимально повно охоплює комплекс випробувань на міцність та деформативність сучасних полімерних та композитних матеріалів. Це сприяє набуттю майбутніми спеціалістами в галузі динаміки і міцності машин і матеріалів необхідних навичок проведення досліджень механічних властивостей таких матеріалів.

Studying of new materials test methods in the learning process

Shidlovskiy M., Zakhovaiko O.

Annotation: At the Department of Machines Dynamics and strength of materials of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute laboratory works are provided, as part of the academic disciplines "New Materials" and "Mechanics of Polymeric Materials", during which students learn to experimentally determine the characteristics of strength, elasticity, creep and stress relaxation of structural polymers, plastics and composite materials under tension, compression and bending under static loading. In carrying out of laboratory works, they study methods for selecting materials that are optimal from the point of view of material intensity, strength and resistance to environmental

effects, depending on the functional purpose. The performance of laboratory works reinforces the theoretical knowledge of the structure and mechanical properties of new structural materials.

Keywords: engineering plastics; composite materials; mechanical properties; laboratory works.

Изучение методов испытаний новых материалов в учебном процессе

Шидловський М.С., Заховайко А.А.

Аннотация: На кафедре Динамики и прочности машин и сопротивления материалов КПИ им. Игоря Сикорского в рамках учебных дисциплин «Новые материалы» и «Механика полимерных материалов» предусмотрены лабораторные работы, во время которых студенты учатся экспериментально определять характеристики прочности, упругости, ползучести и релаксации напряжений конструкционных полимеров, пластмасс и композиционных материалов при растяжении, сжатии и изгибе в условиях статической нагрузки. В процессе выполнения лабораторных работ они знакомятся с методами выбора материалов, оптимальных с точки зрения материалоемкости, прочности и устойчивости к воздействию окружающей среды в зависимости от функционального назначения. Выполнение лабораторных работ закрепляет теоретические знания о структуре и механические свойства новых конструкционных материалов.

Ключевые слова: конструкционные пластмассы; композиционные материалы; механические свойства; лабораторные работы.

Список літератури:

1. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1. Структура і механічні властивості конструкційних полімерів: навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка». – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 193 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20880>
2. Шидловський М.С., Бабенко А.С., Боронко О.О., Заховайко О.П., Трубачев С. І. Нові матеріали: частина 2. Експериментальні методи досліджень механічних властивостей конструкційних полімерів та пластмас: навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка». – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 266 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20876>
3. Шидловський М.С., Заховайко О.П., Тимошенко О.В., Мусяєнко О.С. Нові матеріали. Частина І: Міцність і деформування полімерних та композиційних матеріалів при короткочасному навантаженні. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26490>
4. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. Нові матеріали: Частина 2. В'язкопружні властивості полімерних та композиційних матеріалів при тривалому навантаженні. Практикум до лабораторних робіт. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 45с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/124>
5. Шидловський М.С., Бабенко А.С., Боронко О.О., Трубачев С.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Нові матеріали» – Ч.3. «Динамічні властивості конструкційних пластмас та композиційних матеріалів». Для студентів напрямку підготовки «Прикладна механіка» – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 41 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16260>
6. Шидловський М.С., Бабенко А. С., Боронко О. О., Трубачев С. І. Температурні характеристики конструкційних пластмас та гум. Частина 4 : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Нові матеріали» для студентів спеціальності «Прикладна механіка». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 85 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/18955>
7. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. Нові матеріали: Методи вимірювання характеристик міцності та пружності конструкційних пластмас та гум при короткочасному навантаженні. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напрямку підготовки «Прикладна механіка» – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –36 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1541>
8. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю., Тимошенко О.В. Нові матеріали: Обладнання для випробувань конструкційних пластмас та гум при короткочасному навантаженні. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напрямку підготовки «Прикладна механіка» – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –48 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1542>
9. Шидловський М.С., Боронко О.О., Шпак Д.Ю. Методи досліджень механічних властивостей матеріалів та виробів динамічними методами: практичний посібник для студентів напрямку підготовки «Прикладна механіка» – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 81 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7794>