

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
(найвищий державний адміністративний орган виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Фізичне матеріалознавство

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

Трушківський В.Г.

2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Особливості термічного оброблення в процесі виготовлення виробів з неметалевих та композиційних матеріалів**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 Матеріалознавство

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Термічна обробка металів

(назва спеціалізації)

інститут, факультет фізико-технічний, інженерно-фізичний

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

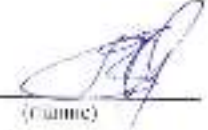
Запоріжжя – 2019 рік

Робоча програма «Особливості термічного оброблення в процесі виготовлення виробів з неметалевих та композиційних матеріалів»  
 для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство»,  
 освітня програма (спеціалізація) Термічна обробка металів  
 (назва спеціальності)  
 «09» 09, 2019 року - 15 с.

Розробники: канд. техн. наук, доцент Вініченко Валерій Степанович  
 (звання автора, їхні посади, наукові ступені та спеціальності)


Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізичного матеріалознавства

Протокол під «09» 09 2019 року № 1

Завідувач кафедри  
 фізичного матеріалознавства  (Ольшанецький В.Ю.)  
 (підпис) (прізвище та ініціали)  
 «09» 09 2019 року

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету

Протокол від «17» 09 2019 року № 1

«17» 09 2019 року Голова  Кисельов  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* \_\_\_\_\_

«  » \_\_\_\_\_ 2019 року Керівник групи \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невідпускною кафедрою

\_\_\_\_\_ 2019 рік

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр – мехм)	Вибіркова За вибором студента	
Модулів – 1	Спеціальність <u>132 Матеріалознавство</u> (шифр – мехм)  Освітня програма: <u>Термічна обробка металів</u> (шифр – мехм)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (пета)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 135		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,6	Освітній ступінь: магістр	<b>Лекції</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
79 год.	123 год.		
<b>Індивідуальні завдання:</b> год.			
Вид контролю: екзамен			

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 42% до -58%

для заочної форми навчання – 4,4 % до 89 %

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування знань та умінь у майбутніх фахівців із перспективних напрямків розвитку сучасних технологій отримання виробів з неметалевих та композиційних матеріалів для подальшої освіти та професійної діяльності.

Завдання дисципліни: підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані теоретичні завдання та прикладні проблеми, пов'язані з розробкою, моделюванням, створюванням нових та вдосконаленням наявних технологій отримання виробів з неметалевих та композиційних матеріалів.

У результаті вивчення дисципліни «Особливості термічного оброблення в процесі виготовлення виробів з неметалевих та композиційних матеріалів» студент повинен отримати:

**загальні компетентності:** здатність до системного мислення, аналізу та синтезу; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді обґрунтованих інноваційних рішень; навички використання новітніх інформаційних технологій; здатність до адаптації та дії в новій ситуації; здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень.

**фахові компетентності:** здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих неметалевих та композиційних матеріалів; спеціалізовані концептуальні знання новітніх технологій моделювання, розробки та дослідження хімічного складу, структури та властивостей неметалевих і композиційних матеріалів; здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, вміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства; знання основних груп неметалевих та композиційних матеріалів; здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів термічної обробки та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог; розуміння обов'язковості дотримання професійних і етичних стандартів; здатність застосовувати отримані знання для стандартизації, сертифікації й акредитації процесів термічної обробки, що застосовуються при виробництві; здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем на основі досліджень в рамках спеціалізації; здатність інтерпретувати, презентувати і захищати результати науково-дослідницької діяльності в фаховому середовищі та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях; здатність виявляти об'єкти для їх вдосконалення з метою покращення комплексу технологічних і службових властивостей; знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів; здатність розробляти програми, організовувати та проводити комплексні випробування матеріалів; здатність застосовувати системний підхід до вирішення прикладних задач при виробництві виробів з неметалевих та композиційних матеріалів; здатність розробляти та впроваджувати заходи з

підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні процесів термічної обробки неметалевих та композиційних матеріалів; здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників, безпеки застосування та експертизу конструкторсько-технологічних рішень щодо процесів термічної обробки та обладнання для їх здійснення; здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію компонентів здійснення термічної обробки неметалевих та композиційних матеріалів; здатність до проведення дефектоскопії матеріалів і виробів.

**Очікувані програмні результати навчання.** Знання щодо визначення технічної та економічної доцільності застосування сучасних технологій при виготовленні виробів з неметалевих та композиційних матеріалів; розробки технологічних режимів з метою вирішення практичних задач із забезпечення якості продукції. Поглиблені знання з перспективних напрямків розробки технологічних процесів та спеціалізованих установок для здійснення процесів, що застосовуються у виробництві неметалевих та композиційних матеріалів. Знання теорій і технологій інноваційних розробок в галузі виробництва неметалевих та композиційних матеріалів і виробів з них.

## 2. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Вплив температури на структуру та властивості полімерних матеріалів.**

**Тема 1. Особливості структури і властивостей полімерних матеріалів і їх зміни, що відбуваються при нагріванні.** Типи зв'язку в макромолекулах та між ними в полімерах. Структури термопластичних і термореактивних полімерів. Термомеханічна крива термопластичних (з малою і великою частками кристалічної фази) і термореактивних полімерів. Фаза гелеутворення (життєздатність). Зміна в'язкості, питомого об'єму, твердості, опору деформації.

**Тема 2. Особливості впливу температури на релаксацію напружень в термопластичних та термореактивних полімерів.** Призначення термічної обробки полімерних матеріалів, її види, (гартування, відпал, відпуск). Фази термічної обробки полімерів (фаза нагрівання, витримки, охолодження).

**Тема 3. Утворення внутрішніх напружень в полімерах та композиційних матеріалах при формуванні виробів.** Напруження 1-го, 2-го і 3-го роду. Вплив мікро- та макроанізотропії термопружних властивостей матеріалів на величину залишкових напружень. Характер розподілу осьових залишкових мікроскопічних напружень в системі волокно-матриця.

**Тема 4. Вплив ступеню наповненості і розташування волокон у композиті на величину залишкових внутрішніх напружень.** Осьові, окружні та радіальні залишкові напруження; причини їх виникнення та

способи керування ними. (ступінчасте охолодження, нанесення апретів, імпульсне нагрівання волокон, урівноважені і не урівноважені пакети).

**Тема 5.** Вплив на величину залишкових внутрішніх напружень циліндричної анізотропії термопружних властивостей. Розподіл залишкових напружень в трубах отриманих за різними варіантами технологій.

**Тема 6.** Дефекти і причини з яких вони виникають в полімерних композиційних матеріалах. Відшаровування, водопоглинання, зниження тривалої міцності та діелектричних властивостей.

**Тема 7.** Вплив технологічних нагрівів при формуванні та термообробці на структуру та властивості полімерних композиційних матеріалів. Частку кристалічної фази, утворення гетероциклів; системи спряжених зв'язків, міцність, твердість, теплостійкість, хімічну стійкість, стабільність розмірів, адсорбцію, зниження ризику короблення, розтріскування, покращення механічної обробки.

**Змістовий модуль 2.** Вибір температурного режиму та способу нагрівання при формуванні виробів з полімерних композиційних матеріалів.

**Тема 8.** Вплив температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях формування на якість обробки виробів з полімерних матеріалів.

**Тема 9.** Застосування конвекційного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів. Особливості протікання процесів твердіння (утворення корки на поверхнях виробу, виникнення різниці у властивостях по перерізу виробів). Обладнання для здійснення технологічних операцій. Застосування нагрівальних елементів, що залишаються в виробах в умовах експлуатації. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Тема 10.** Можливості застосування високочастотного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів. Особливості протікання процесів твердіння. Обладнання для здійснення технологічних операцій. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Тема 11.** Використання джерел променевої енергії для здійснення термічної обробки виробів з полімерних композиційних матеріалів. Особливості протікання процесів твердіння. Обладнання для здійснення технологічних операцій. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Тема 12.** Вибір матеріалів для виготовлення оснащення (оправок), його вплив на величину залишкових напружень.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		лек	п	лаб	інд	с.р.		лек	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Вплив температури на структуру та властивості полімерних матеріалів.</b>												
Тема 1. Особливості структури і властивостей полімерних матеріалів і їх зміни, що відбуваються при нагріванні.	14	2		4		8	15	1		2		12
Тема 2. Особливості впливу температури на релаксацію напружень в термопластичних та терморезистивних полімерів.	9	2		2		5	13	1		2		10
Тема 3. Утворення внутрішніх напружень в полімерах та композиційних матеріалах при формуванні виробів.	14	2		4		8	13	1				12
Тема 4 Вплив ступеню наповненості і розташування волокон у композиті на величину залишкових внутрішніх напружень	6	2		2		2	10					10

Тема 5. Вплив на величину залишкових внутрішніх напружень циліндричної анізотропії термодружних властивостей.	8	2			6	5				5
Тема 6. Дефекти і причини з яких вони виникають в полімерних композиційних матеріалах,	11	2		2	7	8				8
Тема 7. Вплив технологічних нагрівів при формуванні та термообробці на структуру та властивості полімерних композиційних матеріалів.	6	2			4	5				5
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	68	14		14	40	69	3		4	62
<b>Змістовий модуль 2. Вибір температурного режиму та способу нагрівання при формування виробів з полімерних композиційних матеріалів.</b>										
Тема 8. Вплив температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях формування на якість обробки виробів з полімерних матеріалів.	18	4		4	10	15	1		2	12
Тема 9. Застосування конвекційного способу нагрівання	14	2		4	8	15	1			14



при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.											
Тема 10. Можливості застосування високочастотного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.	12	2		2		8	12	1			11
Тема 11. Використання джерел променевої енергії для здійснення термічної обробки виробів з полімерних композиційних матеріалів.	9	2		2		5	12				12
Тема 12. Вибір матеріалів для виготовлення оснащення (оправок), його вплив на величину залишкових напружень.	14	4		2		8	12				12
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>67</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>39</b>	<b>66</b>	<b>3</b>		<b>2</b>	<b>61</b>
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>28</b>		<b>28</b>		<b>79</b>	<b>135</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>123</b>

## 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження зміни властивостей полімерних матеріалів при нагріванні до температури деструкції	4
2	Дослідження релаксації напружень при нагріванні в термопластичних і термореактивних полімерах	2
3	Дослідження причини виникнення залишкових напружень при термічних впливах в полімерних композиційних матеріалах	4
4	Дослідження виникнення залишкових внутрішніх напружень в полімерах та композиційних матеріалах при формуванні виробів.	2
5	Дослідження причин виникнення дефектів в полімерних композиційних матеріалах.	2
6	Дослідження впливу температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях формування на властивості виробів з полімерних матеріалів.	4
7	Дослідження доцільності застосування конвекційного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.	4
8	Дослідження можливості застосування високочастотного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.	2
9	Дослідження доцільності використання джерел променевої енергії для здійснення термічної обробки виробів з полімерних композиційних матеріалів.	2
10	Вибір матеріалів для виготовлення оснащення (оправок), його вплив на величину залишкових напружень.	2
	Усього	28

## 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимоги до конструкції та матеріал технологічних оправок для намотки.	4
2	Конструктивно-технологічні особливості оправок.	2
3	Навести приклади конструкцій оправок, що розбираються для їх видалення.	4
4	Навести приклади матеріалів оправок, що руйнують для їх видалення.	2
5	Навести приклади конструкцій оправок з застосуванням підвищеного тиску газу для надання їм потрібних розмірів.	4
6	Процеси, які відбуваються на етапі формування виробу.	2
7	Стадії твердіння речовини, що зв'язує, та фаза гелеутворення.	3
8	1. Зміни властивостей матеріалу, що відбуваються при твердінні при зниженні температури нижче температури скловання.	2
9	Охарактеризувати поняття точка деструкції, термостійкість та теплостійкість полімеру.	4
10	Фактори процесу формування (тиск, температуру, швидкість їх змінення з часом, ступінь твердіння) та їх функції.	2
11	Зміна структури термопластів при нагріванні	2
12	Методи визначення міцності полімерів	4
13	Методика побудови термомеханічної кривої	2
14	Графіки релаксації напружень в термопластах	2
16	Графіки релаксації напружень в реактопластах	2
17	Структура лінійних і сітчастих полімерів.	2
18	Технологію орієнтаційного зміцнення.	2
19	Роль матриці и волокон в полімерних композитах (ПКМ).	4
20	Види взаємодії матриці і волокон (компонентів) в ПКМ.	2
21	Зміна пружньо-міцностних властивостей композитів при термічній обробці.	2

22	Вплив вакууму та температури при виробництві напівфабрикатів із АП на його властивості.	2
23	Температурний режим формування, способи його здійснення, вимоги до оснащення.	2
24	Залишкові напруження, причини їх виникнення та способи зменшення.	2
25	Конвенційний спосіб нагрівання, обладнання, переваги, недоліки, способи їх зменшення.	4
26	Високочастотний нагрів, обладнання, переваги, недоліки, способи їх зменшення.	3
27	Застосування промислового нагрівання при термообробці полімерів	2
28	Конструкції матриць, що застосовують при виробництві виробів з полімерних композиційних матеріалів.	2
29	Матеріали для виготовлення оправок.	2
30	Вплив швидкості нагрівання і охолодження на величину залишкових напружень	3
31	Методи контролю залишкових напружень у полімерних композиційних матеріалах.	2
32	Методи контролю об'ємної долі волокон у полімерних композиційних матеріалах	2
	Разом	79

## 6. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

## 7. Очікувані результати навчання з дисципліни

Здійснюється контроль навчання при активній роботі студентів на лекціях, виконанні та захисті лабораторних робіт, контролі та здачі екзамену.

### 8. Методи контролю

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування, залік.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування, залік.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота															Підсумковий тест (екзамен)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	100	100
12	13	13	12	12	13	12	13	14	14	14	15	14	15	14		

T1, T2 ... T15 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>		
60-69	<b>E</b>	задовільно	не зараховано з можливістю
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю	

		повторного складання	повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 10. Методичне забезпечення

Плани проведення лабораторних робіт, контрольні питання для підготовки і захисту лабораторних робіт, перелік літературних джерел з дисципліни «Особливості термічного оброблення в процесі виготовлення виробів з неметалевих та композиційних матеріалів», для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», за освітньою програмою (спеціалізацією) «Термічна обробка металів» денної і заочної форм навчання.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Кулезнев, В. Н. Основы технологии переработки пластмасс / под ред. В. Н. Кулезнева и В. К. Гусева. – М. : Химия, 2006. – 726 с.
2. Кулезнев, В. Н. Основы технологии переработки пластмасс / под ред. В. Н. Кулезнева и В. К. Гусева. – М. : Химия, 1995. – 526 с.
3. Пахаренко, В. А. Переработка полимерных композиционных материалов / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К. : Изд. комп. «Воля», 2006. – 552 с.
4. Суберляк, О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підручник / О. В. Суберляк, П. І. Баштанік. – Львів : Вид-во "Растр-7", 2007. – 376 с.

#### Допоміжна

1. Адаменко, Н. А. Конструкционные полимерные композиты: учеб. пособие / Н. А. Адаменко, А. Ф. Фетисов, Г. В. Агафонова. – Волгоград: ВГГУ, 2010. – 99 с.
2. Буланов, И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: учеб. для вузов / И. М. Буланов, В. В. Воробей. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 516 с.
3. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – Изд. 4-е, перер. и до-полн. – М. : Научный мир, 2007. – 576 с.
4. Любин, Дж. Справочник по композиционным материалам: в 2 кн. / под ред. Дж. Любина; пер. с англ. А. Б. Геллера, М. М. Гельмонта. – М. : Машиностроение, 1998. – 448 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Библиотека машиностроителя <http://lib-bkm.ru/load/2>
3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського  
<http://www.nbuv.gov.ua/>

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З НЕМЕТАЛЕВИХ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Тип:** За вибором студента

**Курс (рік навчання):** 1(2)

**Семестр:** 2

**Кредити:** 4

**Викладач:**Вініченко Валерій Степанович, канд. техн. наук, доцент.

**Розподіл годин:** загальна кількість 135 годин (28 лекцій, 28 лабораторні роботи, 79 годин самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи.

Метою викладання навчальної дисципліни «Особливості термічного оброблення в процесі виготовлення виробів з неметалевих та композиційних матеріалів» є формування знань та умінь у майбутніх фахівців із перспективних напрямків розвитку сучасних технологій отримання виробів з неметалевих та композиційних матеріалів для подальшої освіти та професійної діяльності.

**Вміст курсу:** теорії і технології інноваційних розробок в галузі виробництва неметалевих та композиційних матеріалів і виробів з них. Перспективні напрямки розробки технологічних процесів та спеціалізованих установок для здійснення процесів, що застосовуються у виробництві неметалевих та композиційних матеріалів.

**Структура курсу:**

**Особливості структури і властивостей полімерних матеріалів і їх зміни, що відбуваються при нагріванні.** Типи зв'язку в макромолекулах та між ними в полімерах. Структури термопластичних і термореактивних полімерів. Термомеханічна крива термопластичних (з малою і великою частками кристалічної фази) і термореактивних полімерів. Фаза гелеутворення (життєздатність). Зміна в'язкості, питомого об'єму, твердості, опору деформації.



**Особливості впливу температури на релаксацію напружень в термопластичних та термореактивних полімерів.** Призначення термічної обробки полімерних матеріалів, її види, (гартування, відпал, відпуск). Фази термічної обробки полімерів (фаза нагрівання, витримки, охолодження).

**Утворення внутрішніх напружень в полімерах та композиційних матеріалах при формуванні виробів.** Напруження 1-го, 2-го і 3-го роду. Вплив мікро- та макроанізотропії термопружних властивостей матеріалів на величину залишкових напружень. Характер розподілу осьових залишкових мікроскопічних напружень в системі волокно-матриця.

**Вплив ступеню наповненості і розташування волокон у композиті на величину залишкових внутрішніх напружень.** Осьові, окружні та радіальні залишкові напруження; причини їх виникнення та способи керування ними, (ступінчасте охолодження, нанесення апретів, імпульсне нагрівання волокон, урівноважені і не урівноважені пакети).

**Вплив на величину залишкових внутрішніх напружень циліндричної анізотропії термопружних властивостей.** Розподіл залишкових напружень в трубах отриманих за різними варіантами технологій.

**Дефекти і причини з яких вони виникають в полімерних композиційних матеріалах.** Відшаровування, волопоглинання, зниження тривалої міцності та діелектричних властивостей.

**Вплив технологічних нагрівів при формуванні та термообробці на структуру та властивості полімерних композиційних матеріалів.** Частку кристалічної фази, утворення гетероциклів; системи спряжених зв'язків, міцність, твердість, теплостійкість, хімічну стійкість, стабільність розмірів, адсорбцію, зниження ризику короблення, розтріскування, покращення механічної обробки.

**Вплив температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях формування на якість обробки виробів з полімерних матеріалів.**

**Застосування конвекційного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.** Особливості протікання процесів твердіння (утворення корки на поверхнях виробу, виникнення різниці у властивостях по перерізу виробів). Обладнання для здійснення технологічних операцій. Застосування нагрівальних елементів, що залишаються в виробах в умовах експлуатації. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Можливості застосування високочастотного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці виробів з полімерних композиційних матеріалів.** Особливості протікання процесів твердіння. Обладнання для здійснення технологічних операцій. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Використання джерел променевої енергії для здійснення термічної обробки виробів з полімерних композиційних матеріалів.** Особливості протікання процесів твердіння. Обладнання для здійснення технологічних операцій. Переваги і недоліки вказаного способу нагрівання.

**Вибір матеріалів для виготовлення оснащення (оправок), його вплив на величину залишкових напружень.**

**Результати навчання:** Знання щодо визначення технічної та економічної доцільності застосування сучасних технологій при виготовленні виробів з неметалевих та композиційних матеріалів; розробки технологічних режимів з метою вирішення практичних задач із забезпечення якості продукції. Поглиблені знання з перспективних напрямків розробки технологічних процесів та спеціалізованих установок для здійснення процесів, що застосовуються у виробництві неметалевих та композиційних матеріалів. Знання теорій і технологій інноваційних розробок в галузі виробництва неметалевих та композиційних матеріалів і виробів з них.

Студенти, які отримують знання з даної дисципліни будуть здатні застосовувати сучасні технології щодо термічної обробки неметалевих і

композиційних матеріалів у лабораторних та виробничих умовах, проводити роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства.

**Оцінювання:** за результатами засвоєння дисципліни складається екзамен. При оцінюванні враховується здатність самостійно обирати оптимальні варіанти проведення експериментів, вибору обладнання, навички у володінні методиками оцінки похибок приладів.

При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

У разі відвідування усіх занять і своєчасного виконання усіх частин завдання може бути використана наступна схема оцінювання (за засвоєння тем курсу):

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
7	8	7	8	9	8	7	8	7	8	9	7	7	100

У разі невідвідування певних тем та несвоєчасного виконання розділів оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути компенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять та виконання додаткових завдань.

**Академічна доброчесність:** студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших здобувачів освіти. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

## Рекомендована література

### Базова

1. Кулезнев, В. Н. Основы технологии переработки пластмасс / под ред. В. Н. Кулезнева и В. К. Гусева. – М. : Химия, 2006. – 726 с.
2. Кулезнев, В. Н. Основы технологии переработки пластмасс / под ред. В. Н. Кулезнева и В. К. Гусева. – М. : Химия, 1995. – 526 с.
3. Пахаренко, В. А. Переработка полимерных композиционных материалов / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К. : Изд. комп. «Воля», 2006. – 552 с.
4. Суберляк, О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підручник / О. В. Суберляк, П. І. Бантанік. – Львів : Вид-во "Растр-7", 2007. – 376 с.

### Допоміжна

1. Адаменко, Н. А. Конструкционные полимерные композиты: учеб. пособие / Н. А. Адаменко, А. Ф. Фетисов, Г. В. Агафонова. – Волгоград: ВГГУ, 2010. – 99 с.
2. Буланов, И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: учеб. для вузов / И. М. Буланов, В. В. Воробей. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 516 с.
3. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – Изд. 4-е, перер. и доп. – М. : Научный мир, 2007. – 576 с.
4. Любин, Дж. Справочник по композиционным материалам: в 2 кн. / под ред. Дж. Любина; пер. с англ. А. Б. Геллера, М. М. Гельмонта. – М. : Машиностроение, 1998. – 448 с.

### Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Національна бібліотека України ім. В.І.Вернадського  
<http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Библиотека машиностроителя <http://lib-bkm.ru/load/2>