

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

Кафедра 403 «Композитних конструкцій та авіаційного матеріалознавства»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми
 М. А. Шевцова
(підпис) (ініціали та прізвище)
«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Автоматизовані методи виробництва композитних конструкцій»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

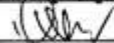
Освітня програма: Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів
(шифр і назва спеціальності)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків
2021 рік

Розробник: Івановська О. В., к.т.н., доцент кафедри композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри композитних конструкцій та авіаційного матеріалознавства.

Протокол № 1 від 28.08.2021 р.

Завідувач кафедри
композитних конструкцій і
авіаційного матеріалознавства к.т.н., професор


(підпис)

М. А. Шевцова

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 8	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> Спеціальність <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> Освітня програма <u>«Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»</u> (шифр і назва) Рівень вищої освіти <u>другий (магістерський)</u>	Вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Курсова робота		Семестр
Загальна кількість годин – 96*/240		3-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи здобувача – 9		Лекції*
		32 години
		Практичні, семінарські*
		32 години
		Лабораторні*
		32 години
		Самостійна робота
		144 години
		Вид контролю
		Модульний контроль, іспит КП – діф. залік.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 96/144.

* Аудиторне навантаження може бути зменшено або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчення наукових основ проектування та виробництва об'єктів авіаційно-космічної техніки на прикладі оболонок обертання із полімерних композитів, що виготовляються намотуванням.

При виконанні курсового проекту необхідно підтвердити достатній рівень знань, умінь та компетенцій, щоб виконати роботу інженерно-технічного спрямування, пов'язану з розробкою автоматизованого процесу об'єктів авіаційно-космічної техніки на прикладі оболонок обертання із полімерних композитів, що виготовляються намотуванням

Завдання: формування знань щодо головних технологічних процесів, методів, оснащення та обладнання для виготовлення оболонок і балонів із композитів, основних етапів та особливостей процесів проектування і виробництва оболонок і балонів із композитних матеріалів з урахуванням технологічного обладнання для отримання конструкцій високої масової досконалості.

При виконанні курсового проекту необхідно розробити технологічний процес виробництва на прикладі оболонок обертання із полімерних композитів, що виготовляються намотуванням..

Компетентності, які набуваються:

Застосування сучасних інформаційних технологій та програмних засобів, обізнаність в галузі побудови і функціонування системи охорони праці в промисловості композитних конструкцій, обізнаність в галузі виробництва композитних конструкцій та знання його фізичних основ, здатність створювати та удосконалювати математичні моделі для аналізу характеристик стану агрегатів авіаційної та ракетно-космічної техніки з композиційних матеріалів використовуючи знання у галузі механіки та міцності матеріалів та конструкцій; здатність продемонструвати знання і розуміння основ постановки і рішення задач проектування параметрів виробів і процесів.

Очікувані результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати особливості, переваги і недоліки КМ та інших матеріалів і області їх раціонального застосування, методи і алгоритми розрахунку несучої здатності як матеріалів, так і конструкцій, загальні принципи функціонування проєктованих виробів, сутність і технологію організації спільної та одночасної розробки КМ, конструкції та технологію їх виготовлення, методи оптимального проєктування, основи автоматизації проєктування, конструювання та виробництва із застосуванням інформаційних технологій, методи з'єднання деталей і агрегатів з КМ і їх раціональні конструктивно-технологічні рішення, способи контролю якості виробів із КМ.

А також:

- основні етапи і особливості розрахунку оболонок що виготовляються спіральсько-кільцевим намотуванням АМ;
- методи отримання характеристик міцності АМ;
- технологію отримання оболонок мінімальної маси;
- методи розрахунку і технологію виготовлення металопластикових балонів високого тиску на заданий ресурс;
- основні принципи написання програм намотування АМ на верстатах з ЧПУ;
- технологічні процеси і устаткування для виготовлення оболонок і балонів з КМ;
- основні етапи і особливості технологічної підготовки виробництва оболонок і балонів з КМ.

Вміти:

- розраховувати на міцність оболонки і металопластикові балони з КМ;

- розраховувати структурно-технологічні параметри намотування оболонок з АМ;
- розраховувати структурно-технологічні параметри намотування металопластикових балонів;
- скласти програму укладання АМ на намотувальних верстатах з ЧПУ;
- вибрати раціональний технологічний процес і устаткування для отримання виробів, АМ, що виготовляються намотуванням;
- обґрунтувати раціональне КТР намотування і вибору устаткування;
- описати маршрутну технологію отримання намотуваних виробів, що працюють під внутрішнім тиском.

Пререквізити – математика, авіаційне матеріалознавство, технологія виробництва виробів з композитів, неруйнівні засоби контролю якості виробів з композитів.

Кореквізити – переддипломна практика, кваліфікаційна робота.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Проектування і технологія виготовлення оболонок тиску літальних апаратів, що виготовляються безперервним намотуванням армувального матеріалу на полімерному сполучному.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Застосування композиційних матеріалів в конструкціях ЛА.

Цілі і завдання курсу. Специфічні особливості технології виробництва виробів з КМ. Застосування композиційних матеріалів в конструкціях ЛА.

Тема 2. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на здатність оболонок тиску.

Вплив основних структурно-технологічних параметрів на здатність оболонок тиску з органоволокон. Мета і завдання задачі дослідження.

Тема 3. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на досконалість по масі малогабаритних оболонок тиску тиснення літальних апаратів.

Обґрунтування вибору об'єкту дослідження, технології його виготовлення і методу отримання експериментальних даних.

Технологічне устаткування для намотування малогабаритних оболонок (намотувальний верстат, полімеризаційна піч, випробувальне устаткування, просочувально-формуєчий тракт, формоутворювальне оснащення).

Тема 4. Особливості розрахунку оболонок, виготовлених безперервним намотуванням, що працюють під внутрішнім тиском.

Основні вирази розрахунку на міцність малогабаритних оболонок тиску. Оцінка масової досконалості оболонок тиску. Розрахунок товщини АМ в довільно орієнтованих шарах оболонок.

Тема 5. Метод отримання експериментальних даних і перевірка їх відтворюваності.

Міцність малогабаритних оболонок тиску. Аналіз можливих причин неповної реалізації міцності АМ в конструкції оболонок.

Тема 6. Конструкційна міцність АМ, що знаходиться в структурі оболонки тиску

Дослідження процесів, що відбуваються при намотуванні однонаправленого шару. Вплив технологічного устаткування на реалізацію міцності АМ в конструкції оболонок. Методика отримання коефіцієнта технологічної досконалості (КТД) просочувально-формуєчого тракту (ПФТ) намотувального верстата.

Тема 7. Конструкційна міцність АМ в кільцевому шарі

Конструкційна міцність АМ в кільцевому шарі, виготовленому з малим технологічним натягненням. Конструкційна міцність АМ в кільцевому шарі, виготовленому з технологічним натягненням.

Тема 8. Конструкційна міцність АМ в композитному шарі

Конструкційна міцність армувального матеріалу з урахуванням КТД ПФТ. Експериментальні дослідження впливу ПФТ на конструкційну міцність АМ в кільцевому шарі.

Тема 9. Експериментальне визначення конструкційної міцності АМ при плоскому напружено-деформованому стані.

Теоретичні основи міцності однонаправлено-армованого шару (ОАШ) при плоскому напружено-деформованому стані (НДС). Експериментальна перевірка впливу напружено-деформованого стану ОАШ на конструкційну міцність АМ.

Тема 10. Розробка технологічного устаткування

Розробка пристроїв технологічного устаткування. Розробка просочувального тракту, що формує, забезпечує рівнонатягнення ниток в стрічці.

Тема 11. Способи укладання АМ, що забезпечують виготовлення оболонок високої здатності.

Способи укладання АМ при формуванні оболонок з волокнистих композитних матеріалів (ВКМ). Обґрунтування вибору кроку укладання ниток при намотуванні сітчастої структури. Розрахунок пристрою для розкладки ниток сітчастим способом.

Тема 12. Оптиміальне проектування оболонок тиску літальних апаратів

Методика проектування МОД, що враховує різну реалізацію міцності АМ. Застосування розроблених структурно-технологічних способів підвищення здатності оболонок тиску. Експериментальне визначення конструкційної міцності АМ в кільцевому шарі, виготовленому на різних ПФТ. Застосування результатів дослідження при виготовленні оболонок тиску.

Тема 13. Перспективи застосування оболонок тиску в конструкціях ЛА і техніко-економічна ефективність структурно технологічних рішень.

Економічна ефективність застосування структурно технологічних рішень. Виводи по проектуванню, розробці і впровадженню досліджень у виробництво ЛА

Змістовний модуль 2. Проектування і технологія виготовлення балонів тиску що виготовляються намотуванням армувального матеріалу на полімерному сполучному.

Тема 14. Застосування балонів високого тиску в різноманітних напрямках народного господарства

Введення. Застосування балонів високого тиску в системах функціонування літальних апаратів. Ефективність застосування полімерних композиційних матеріалів в балонах високого тиску (БВТ).

Тема 15. Концепція проектування металево-композитних балонів високого тиску для систем літальних апаратів.

Загальні і спеціальні вимоги до балонів високого тиску для ЛА. Технології виробництва БВТ.

Тема 16. Розробка концепції проектування металево-композитних БВТ

Особливості застосування і експлуатації БВТ в авіаракетній техніці (АРКТ). Еквівалентна деформація лейнера БВТ. Основи концепції проектування металево-композитних БВТ для систем ЛА

Тема 17. Проектування металево-композитних балонів високого тиску.

Взаємозв'язок осьових, кільцевих і еквівалентних деформацій стінки металеві-композитного балона. Проектування БВТ з кільцевою підмоткою гібридним армуючим мате-ріалом в циліндровій зоні.

Тема 18. Прогнозування еквівалентної деформації металеві-композитних БВТ на попередніх стадіях їх проектування

Прогнозування еквівалентної деформації металеві-композитних БВТ на попередніх стадіях їх проектування. Приклад проектування металеві-композитних БВТ.

Тема 19. Проектування металеві-композитних балонів високого тиску при циклічному навантаженні.

Попередні дослідження металеві-композитних балонів, намотаних одним сімейством ниток. Дослідження здатності металу лейнеру при циклічному навантаженні. Інженерна ме-тодика визначення довговічності металеві лейнеру БВТ.

Тема 20. Методика раціонального проектування металеві-композитних БВТ на заданий ресурс при компромісі маси і вартості.

Методика раціонального проектування металеві-композитних БВТ на заданий ресурс при компромісі маси і вартості.

Тема 21. Перспективи розвитку методів оптимального проектування балонів високого тиску.

Впровадження результатів дослідження. Перспективи розвитку методів оптимально-го проектування балонів високого тиску.

Модуль 2

Курсовий проект «Проектування металеві-композитного балону високого тиску при циклічному вантаженні».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Проектування і технологія виготовлення оболонок тиску лі-тальних апаратів, що виготовляються безперервним намотуванням армувального матеріалу на полімерному сполучному						
Тема 1. Вступ до навчальної дисциплі-ни. Застосування композиційних мате-ріалів в конструкціях ЛА.	5	1	---	---	---	4
Тема 2. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на здатність оболонок тиску, з органоволокон.	7	1	---	2	---	4
Тема 3. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на доскона-лість по масі малогабаритних оболонок тиску літальних апаратів.	7	1	---	2	---	4

Тема 4. Особливості розрахунку оболонок, виготовлених безперервним намотуванням, що працюють під внутрішнім тиском.	7	1	---	2	---	4
Тема 5 Метод отримання експериментальних даних і перевірка їх відтворюваності.	5	1	---	---	---	4
Тема 6. Конструкційна міцність АМ, що знаходиться в структурі оболонки тиску	5	1	---	---	---	4
Тема 7 Конструкційна міцність АМ в кільцевому шарі.	7	1	---	2	---	4
Тема 8. Конструкційна міцність АМ в композитному шарі.	5	1	---	---	---	4
Тема 9. Експериментальне визначення конструкційної міцності АМ при плоскому напружено-деформованому стані.	5	1	---	---	---	4
Тема 10. Розробка технологічного устаткування.	7	1	---	2	---	4
Тема 11. Способи укладання АМ, що забезпечують виготовлення оболонок високої здатності.	5	1	---	---	---	4
Тема 12. Оптиміальне проектування оболонок тиску літальних апаратів.	4	2	---	---	---	2
Тема 13. Перспективи застосування оболонок тиску в конструкціях ЛА і техніко-економічна ефективність структурно – технологічних рішень.	3	1	---	---	---	2
Модульний контроль	6	2	---	---	---	4
Разом за змістовим модулем 1	84	16	---	16	----	52
Змістовий модуль 2. Проектування і технологія виготовлення балонів тиску що виготовляються намотуванням армуючого матеріалу на полімерному сполучному.						
Тема 14. Застосування балонів високого тиску в різноманітних напрямках народного господарства.	9	1	---	---	---	8
Тема 15. Концепція проектування металево-композитних балонів високого тиску для систем літальних апаратів.	9	1	---	---	---	8
Тема 16. Розробка концепції проектування металево-композитних БВТ.	10	2	---	---	---	8
Тема 17. Проектування металево-композитних балонів високого тиску.	14	2	---	4	---	8
Тема 18. Прогнозування еквівалентної деформації металево-композитних БВТ на попередніх стадіях їх проектування.	14	2	---	4	---	8
Тема 19. Проектування металево-композитних балонів високого тиску при циклічному навантаженні	14	2	---	4	---	8

Тема 20. Методика раціонального проектування металево-композитних БВТ на заданий ресурс при компромісу маси і вартості.	14	2	---	4	---	8
Тема 21. Перспективи розвитку методів оптимального проектування балонів високого тиску.	8	2	---	---	---	6
Модульний контроль	4	2	---	---	---	2
Разом за змістовим модулем 2	96	16	---	16	---	64
Модуль 2						
Курсовий проект	60		32			28
Усього годин	60		32			28
Усього з дисципліни	240	32	32	32		144

5. Теми семінарських занять

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок на міцність металевого лейнеру.	2
2	Розробка робочих креслень металевих деталей	4
	Розробка креслення лейнеру	6
2	Розрахунок значень товщини АМ кільцевого та спірального шарів балону тиску.	4
3	Побудова контуру днища балону тиску.	2
4	Побудова геодезичної траєкторії укладання АМ.	4
5	Розрахунок технологічних параметрів намотування балону.	2
6	Розробка креслення балону	4
7	Підбір технологічного обладнання	4
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення лінійної щільності й площі поперечного перерізу АМ	2
2	Визначення щільності й в'язкості сполучного.	2
3	Визначення змісту сполучного в просоченій стрічці АМ.	2
4	Визначення змісту сполучного в полімеризованому пластику.	4
5	Визначення ступеня твердіння сполучного.	4
6	Визначення міцності склониток в мікропластику.	4
7	Визначення міцності органічного АМ в мікропластику	2
8	Визначення зсувної міцності сполучного в пластику.	4
9	Складання програми намотування	4
10	Намотування армувального матеріалу композитної оболонки.	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Застосування композиційних матеріалів в конструкціях ЛА.	4
2	Тема 2. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на здатність оболонок тиску з органоволокон.	4
3	Тема 3. Вплив основних структурно-технологічних параметрів на досконалість по масі малогабаритних оболонок тиску літальних апаратів.	4
4	Тема 4. Особливості розрахунку оболонок, виготовлених безперервним намотуванням, що працюють під внутрішнім тиском.	4
5	Тема 5. Метод отримання експериментальних даних і перевірка їх відтворюваності.	4
6	Тема 6. Конструкційна міцність АМ тиску, що знаходиться в структурі оболонки.	4
7	Тема 7. Конструкційна міцність АМ в кільцевому шарі.	4
8	Тема 8. Конструкційна міцність АМ в композитному шарі.	4
9	Тема 9. Експериментальне визначення конструкційної міцності АМ при плоскому напружено-деформованому стані.	4
10	Тема 10. Розробка технологічного устаткування.	4
11	Тема 11. Способи укладання АМ, що забезпечують виготовлення оболонок високої несучої здатності.	4
12	Тема 12. Оптимальне проектування оболонок тиску літальних апаратів	2
13	Тема 13. Перспективи застосування оболонок тиску в конструкціях ЛА і техніко-економічна ефективність структурно-технологічних рішень.	2
	Підготування до модульного контролю	4
14	Тема 14. Застосування балонів високого тиску в різноманітних напрямках народного господарства.	8
15	Тема 15. Концепція проектування металевих-композитних балонів високого тиску для систем літальних апаратів	8
16	Тема 16. Розробка концепції проектування металевих-композитних БВТ.	8
17	Тема 17. Проектування металокомпозитних балонів високого тиску.	8
18	Тема 18. Прогнозування еквівалентної деформації металевих-композитних БВТ на попередніх стадіях їх проектування.	8
19	Тема 19. Проектування металевих-композитних балонів високого тиску тиснення при циклічному вантаженні.	8
20	Тема 20. Методика раціонального проектування металевих-композитних БВТ на заданий ресурс при компромісі маси і вартості.	8
21	Тема 21. Перспективи розвитку методів оптимального проектування балонів високого тиску.	6
	Підготування до модульного контролю	4

	Виконання курсового проекту	28
	Разом	144

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені

10. Методи навчання

Методи аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді виконання та захисту практичних робіт та лабораторних робіт. Виконання та захист курсового проекту «Проектування металевих композитного балону високого тиску при циклічному вантаженні».

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	5	15...25
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	3...5	5	15...25
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Усього за семестр			60...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні етапи і особливості розрахунку оболонок що виготовляються спіральсько-кільцевим намотуванням АМ;
- методи отримання характеристик міцності АМ;
- технологію отримання оболонок мінімальної маси;
- методи розрахунку і технологію виготовлення металопластикових балонів високого тиску на заданий ресурс;
- основні принципи написання програм намотування АМ на верстатах з ЧПУ;
- технологічні процеси і устаткування для виготовлення оболонок і балонів з КМ;
- основні етапи і особливості технологічної підготовки виробництва оболонок і балонів з КМ.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- розраховувати на міцність оболонки і металопластикові балони з КМ;
- розраховувати структурно-технологічні параметри намотування оболонок з АМ;
- розраховувати структурно-технологічні параметри намотування металопластикових балонів;
- скласти програму укладання АМ на намотувальних верстатах з ЧПУ;

- вибрати раціональний технологічний процес і устаткування для отримання виробів, АМ, що виготовляються намотуванням;
- обґрунтувати раціональне КТР намотування і вибору устаткування;
- описати маршрутну технологію отримання намотуваних виробів, що працюють під внутрішнім тиском.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Модульний контроль проводиться у вигляді білетів якій складається з трьох теоретичних запитань. Кожне запитання оцінюється до 8 балів.

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку – виконання всіх лабораторних робіт.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з 3-х теоретичних запитань які оцінюються до 30 балів, та одного практичного завдання до 10 балів.

12.4 Розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання курсового проекту

Виконання практичних робіт	Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
До 35	До 20	До 20	До 25	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Ивановский, В.С. Проектирование баллонов давления из композиционных материалов: учеб. Пособие по практ. занятиям / В. С. Ивановский, О. В. Ивановская. – Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 60 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Образцов И.Ф., Васильев В.В., Бунаков В.А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов. М.: Машиностроение, – 1977. – 144 с.
2. Образцов И.Ф., Васильев В.В. Оптимальная структура и прочность слоистых композитов при плоском напряженном состоянии // Разрушение композитных материалов. - Рига: Зинатне, 1979. - С. 142-148.
3. Рач В.А., Ивановский В.С. Особенность расчёта цилиндрических оболочек летательных аппаратов из композиционных материалов // Вопросы проектирования и производства тонкостенных силовых конструкций. - Харьков: ХАИ, 1984. - С. 60-64.
4. Рач В.А., Ивановский В.С., Миткевич А.Б. Особенности реализации прочности исходных волокон в разноориентированных слоях намотанных конструкций из органопластика // Механика композитных материалов. - Рига: РПИ, 1985. - С. 43-48.
5. Рач В.А., Гайдачук В.Е., Ивановский В.С. Влияние конструктивного оформления пропиточно-формующих трактов на прочность намотанных изделий из композиционных материалов // Вопросы проектирования и технология производства конструктивных элементов летательных аппаратов. - Харьков: ХАИ, 1986, С. 133-140.
6. Рач В.А., Ивановский В.С. О технологической разнородности армирующих волокон в намотанных конструкциях // Мех. композит. матер. - Рига: РПИ, 1986. - С. 67-72.
7. Ивановский В.С. Технологические способы повышения прочности малогабаритных оболочек давления летательных аппаратов, на основе органоволокон. Дис. канд. техн. наук: 05.07.04. Харьков: ХАИ, 1987, – 176 с.
8. Егер Дж. К. Упругость, прочность и текучесть. Перевод с английского Ю.Н. Востропятова. М.: Машгиз. – 1961. –172 с.
9. Ивановская О.В. Расчёт деформаций стенки металлопластикового баллона со спирально-кольцевой намоткой армирующего материала. / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Гос. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 13. Харьков.: ГАКУ. – 1998. – с. 57-62.
10. Ивановская О.В. Расчёт деформаций на цилиндрической части металлопластикового баллона с кольцевой подмоткой. / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Харьк. авиац. ин-та им. Н.Е. Жуковского. Харьков.: ХАИ. – 1997. – с. 45-48.
11. Ивановский В.С., Ивановская О.В. Экспериментальное определение несущей способности металлокомпозитных баллонов. / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Гос. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 12. Харьков.: ГАКУ. – 1998, – с. 77-80.
12. Ивановская О.В. Экспериментальное исследование металлопластиковых баллонов высокого давления. / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Гос. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 14. Харьков.: ГАКУ. – 1999. – с. 105-113.
13. Ивановская О.В., Ивановский Ю.В. Проектирование рациональных металлопластиковых баллонов. / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. науч. тр. Гос. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 18 (1). Харьков.: ГАКУ. – 2000. – с. 105-115.

Допоміжна

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлени-

ем. – К.: Пресса Украины, 1995. – 192 с.

2. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Т.С., Яковлев Н.П., Матвеев В.В. Отв. ред. Писаренко Т.С. – 2-е издание, перераб., доп. – К.: Наук. думка, 1988 – 736 с.

3. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчёт деталей машин на прочность. Руководство и справочное пособие. Изд-е 3-е, перераб. и доп. Под ред. С.В. Серенсена. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.

4. О разрушении органоволокнитов на основе полимерной матрицы при растяжении в направлении армирования / Протасов В.Д., Ермоленко А.Ф., Харченко Е.Ф. и др. // Мех. композит. матер. - Рига: Зинатне, 1980. - № 5. - С. 835-840.

5. Диагностика несущей способности цилиндрических оболочек спирально-тангенциальной намотки / Киселев В.Н., Абрамчук С.С., Димитриенко И.П. и др. // Мех. композит, матер. - Рига: Зинатне, 1985. - № I. - С. 138-142.

6. Барабашук В.И., Креденцер Б.П., Мирошниченко В.И. Планирование эксперимента в технике / Под ред. Креденцера Б.П. - К.: Техника, 1984. - 200с.

7. Финни Д. Введение в теорию планирования эксперимента. - М.: Наука, 1970. - 288 с.

8. Рафалес-Ламарка Э.Э., Николаев В.Г. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов. - К.: Наукова думка, 1971. - 120 с.

9. Егер Дж. К. Упругость, прочность и текучесть. Перевод с английского Ю.Н. Востропятова. М.: Машгиз. – 1961. –172 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри www.k.403.khai.edu.