

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Автомобільної електроніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник ректора

проф. _____ І.П. Гладкий
“ ____ ” _____ 2015 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Прогресивні технології в АТЗ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка»

напрямок підготовки 6.050702 «Електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки)

Професійне спрямування «Електричні системи і комплекси
транспортних засобів»

(шифр і назва спеціальності)

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Харків – 2015 рік

Робоча програма з дисципліни «Прогресивні технології в АТЗ» складена проф. Гнатовим Андрієм Вікторовичем на підставі ОПП за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка»

Рецензент

доц. Дзюбенко О.А.

Робоча навчальна програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри автомобільної електроніки,
протокол № ____ від «____» _____ 2015 р.

Зав. кафедрою АЕ _____ проф. Бажинов О.В.

Схвалено Радою (методичною комісією) факультету мехатроніки ТЗ,
протокол № ____ від «____» _____ 2015 р.

Голова ради (комісії) _____ Левтеров А.І.

УЗГОДЖЕНО:
Зав. випускової кафедри

_____ проф. Бажинов О.В.

“ ____ ” _____ 2015 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Прогресивні технології в АТЗ» (система змістових модулів)

Характеристика обсягів підготовки	Характеристика лекційного потоку	Характеристика навчального процесу
Кількість кредитів – 2,5 Кількість залікових модулів – 2 Усього змістових модулів – 9 Усього годин – 90 Один змістовий модуль – 4 – 14 години Один заліковий модуль – 44, 46 години Всього ауд. годин на тиждень – 4 (лекції – 2 год., практичних – 1 год., лабораторних занять – 1 год.)	Галузь знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка» Напрямок підготовки 6.050702 «Електромеханіка» за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр», професійне спрямування. «Електричні системи і комплекси ТЗ». Кількість навчальних груп в потоці – 2 Викладач – доцент, канд. техн. наук Гнатів Андрій Вікторович	Відноситься до циклу дисциплін – нормативна – цикл професійно-орієнтованої підготовки Рік підготовки – 4-й Семестр навчання – 8-й Кількість лекційних годин – 28 Практичні заняття, годин – 14 Лабораторні роботи, годин – 14 Самостійна робота студентів, годин – 34 Модульний контроль (види контролю: тестування) Підсумковий контроль за дисципліну: тестування і виконання індивідуального завдання (інтегрований залік)

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Прогресивні технології в АТЗ» відноситься до циклу дисциплін по вибору ВНЗ. Галузь знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка». Напрямок підготовки 6.050702 «Електромеханіка» за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» (професійне спрямування «Електричні системи і комплекси ТЗ»).

ПРЕДМЕТОМ навчальної дисципліни є педагогічно-адаптована система понять про новітні прогресивні магнітно-імпульсні технології, що застосовуються при створенні експлуатації та ремонту автотранспортних засобів.

Згідно з кваліфікаційними вимогами до спеціальності, **МЕТОЮ** навчальної дисципліни є підготування фахівців у галузі електротехніки та електромеханіки та придбання фахівцями практичних навичок та базових знань щодо імпульсних магнітних технологій, які застосовуються в автотранспортній техніці.

У відповідності з метою, головними **ЗАДАЧАМИ** навчальної дисципліни є вивчення студентами основ електрофізики, зокрема теорії поля на рівні знань, необхідних для засвоєння системи взаємозв'язаних профільюючих дисциплін; засвоєння студентами основ електромагнітної взаємодії на рівні вмінь, достатніх для практичної діяльності за фахом; знайомство студентів з прогресивними магнітно-імпульсними технологіями в автотранспортній техніці на рівні уявлень, які поширюють професійний кругозір фахівця.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен ЗНАТИ:

- основні досягнення магнітно-імпульсних технологій зовнішнього рихтування;
- принцип дії індукційних індукторних систем;
- основні методи зовнішнього усунення вм'ятин з листових металів;
- фізичні процеси в інструментах магнітно-імпульсних технологій;
- основні технологічні операції, що реалізуються за допомогою МІОМ;
- умови ефективного імпульсного магнітного тиску на провідник;
- вплив нормальної складової напруженості магнітного поля при магнітно-імпульсній дії;
- традиційні технології та технічне устаткування МІОМ;
- устрій і функціональна схема магнітно-імпульсної установки;
- основні інструменти для магнітно-імпульсного притягання феромагнетиків;
- основні інструменти для магнітно-імпульсного притягання феромагнетиків;
- основні інструменти для магнітно-імпульсного притягання немагнітних металів;

- основні індукторні системи, що застосовуються для магнітно-імпульсних технологій в автомобілебудуванні;
- магнітно-імпульсні комплекси, що застосовуються у практиці зовнішнього рихтування автомобільних кузовів.

Студент також повинен ВМІТИ:

- самостійно визначати індуктивність індукторних систем;
- розраховувати індукторні системи;
- розраховувати декремент загасання та активний опір інструменту магнітно-імпульсної дії;
- вибирати та розраховувати основні складові магнітно-імпульсної установки;
- визначати пондеромоторні сили тиску та сили обумовлені магнітними властивостями металу і сили обумовлені дією закону Ампера;
- розраховувати постійну часу заряду ємнісних нагромаджувачів магнітно-імпульсної установки;
- розраховувати інтегратори для вимірювання заданих сигналів при магнітно-імпульсній дії.

Студент повинен бути ОЗНАЙОМЛЕНИМ

- з завданням магнітно-імпульсної обробки металів;
- з історією розвитку магнітно-імпульсної обробки металів;
- з альтернативними методами обробки листових металів;
- з фізичними основами рішення крайових задач електродинаміки;
- з основними тенденціями та особливостями розвитку сучасних методів рихтування пошкоджених елементів автомобільних кузовів;
- з фізичними основами застосування магнітно-імпульсних технологій в автомобілебудуванні.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Вступ

Мета та задачі учбової дисципліни, структура її побудування та послідовність вивчення. Предмет та об'єкт дослідження. Історія розвитку дисципліни. Організація самостійної роботи студентів.

Блок змістових модулів (розділ) № 1

Основні методи зовнішнього усунення вм'ятин з листових металів

Змістовий модуль (тема) 1

Актуальність МІОМ та методів зовнішнього усунення вм'ятин з листових металів

Магнітно-імпульсні технології зовнішнього рихтування, основні досягнення. Узагальнюючі праці, основні компоненти для магнітно-імпульсного рихтування устаткування. Перспективність магнітно-імпульсних технологій для сучасної промисловості і промисловості майбутнього. Багаторазовий силовий вплив серією імпульсів в технологіях МІОМ. Притягання феромагнетиків, експериментально виявлений ефект. Індукційні індукторні системи, схема та принцип дії. Механічних пристроїв для зовнішнього рихтування вм'ятин в автомобільних кузовах. Вакуумне притягання. Методи з застосуванням інтенсивного нагрівання і наступного різкого охолодження металу. Методи з застосуванням постійного магніту.

Змістовий модуль (тема) 2

Фізичні процеси в інструментах магнітно-імпульсних технологій

Базові поняття та загальні питання. Основні рівняння. Визначення індукторної системи. Пондеромоторні сили. Основні технологічні операції, що реалізуються за допомогою МІОМ. «Прозорий» і «непрозорий» провідник» з погляду електродинамічних процесів. Параметри, що характеризують електрофізичні властивості середовища. Реальна силова дія на тонкостінні провідники. Глибина проникнення поля в металеву заготовку. Умови ефективного імпульсного магнітного тиску на провідник. Вплив нормальної складової напруженості магнітного поля при магнітно-імпульсній дії.

Змістовий модуль (тема) 3

Традиційні технології та технічне устаткування МІОМ

Устрій і функціональна схема магнітно-імпульсної установки. Характеристика основних елементів магнітно-імпульсної установки. Зарядний пристрій у функціональній схемі магнітно-імпульсної установки. Пускорегулювальний пристрій у функціональній схемі магнітно-імпульсної установки. Вимоги, що

пред'являються до комутуючих пристроїв в магнітно-імпульсних установках. Задатчик у функціональній схемі магнітно-імпульсної установки. «Обжим», «роздача» і «плоске штампування» масивних добре провідних металів. Застосування «супутників» для деформації металів з низькою електропровідністю в технології МІОМ. Холодна магнітно-імпульсна зварка. Магнітно-імпульсний прес.

Змістовий модуль (тема) 4

Індукторні системи для магнітно-імпульсного притягання феромагнетиків

Електромагнітне поле в системі «Циліндричний одновитковий соленоїд – тонкостінна пластина». Параметри експериментальних зразків і характеристики електромагнітних процесів. Електродинамічні зусилля при дії низькочастотних магнітних полів. Осцилюючий характер в часі сил Лоренца при низьких робочих частотах діючих полів. Напрямок сил Лоренца. Напрямок сил, які обумовлені магнітними властивостями оброблюваного металу. Плоский одновитковий циліндричний соленоїд. Масивний виток з конічною формою внутрішнього отвору. Конструкція індукторної системи для видалення вм'ятин в сталевих обшивках автомобілів. Фізичні процеси що протікають в індукторних системах. Розрахункові величини напруженостей діючих полів і збуджуваних зусиль в конструкціях індукторних систем для притягання феромагнітних тонкостінних листових металів.

Змістовий модуль (тема) 5

Основні завдання для СРС за змістовними модулями 1, 2, 3, 4

1. В чому полягає відмінна особливість магнітно-імпульсної обробки металів?
2. В чому полягає суть ефекту «гіперпластичності матеріалів»?
3. Яким основним вимогам сучасності відповідають магнітно-імпульсні технології?
4. Яку роль в магнітно-імпульсній системі грає джерело електромагнітної потужності?
5. Альтернативні методи зовнішнього усунення вм'ятин, перелічити?
6. Розробки з використанням енергії електромагнітних полів фірм «Boeing», «Electroimpact», «Fluxtronic» (США), сутність?
7. Напрямок робіт зі створення магнітно-імпульсних комплексів для зовнішнього рихтування автомобільних кузовів, проведених у науково-дослідній лабораторії електромагнітних технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, загальна характеристика?
8. Розвиток процесу деформації, умовна діаграма розтягування?
9. Функціональна схема магнітно-імпульсного комплексу для зовнішнього рихтування вм'ятин у листових металах?
10. Основні компоненти магнітно-імпульсного джерела потужності, особливості з виконанням шинування?
11. Чим обумовлений механізм виникнення зусиль при взаємодії електромагнітного поля з речовиною? Які сили лежать в основі цього механізму?

12. Які сили визначають магнітний тиск на провідник, і які умови для вихрових струмів в заготівці при цьому повинні дотримуватися?
13. Що ви розумієте під традиційними індукторними системами в практиці МІОМ?
14. Якою системою рівнянь описуються електромагнітні процеси в індукторних системах? Яка їх фізична суть?
15. Які сили визначаються різницею квадратів дотичних компонент вектора напруженості магнітного поля на граничних поверхнях провідної заготівки?
16. Чим визначається характерний час дифузії магнітного поля в метал заготівки?
17. В яких випадках індукований в заготівці струм прагне до похідної від струму індуктора?
18. Що у функціональній схемі магнітно-імпульсної установки є найважливішим енергетичним вузлом?
19. Які електротехнічні елементи використовуються як пристрої для управління зарядом і розрядом накопичувача ємності?
20. Як визначається питома енергія всього об'єму конденсатора?
21. Чим визначається індуктивність конденсаторів?
22. Як проводиться технологічна операція «роздача» і «плоске листове штампування» в практиці МІОМ?
23. В яких випадках застосовують «супутники» при деформації металів?
24. Які операції можна виконувати за допомогою магнітно-імпульсного пресу? Поясніть принцип роботи такого пресу.
25. У чому полягає ефект магнітно-імпульсного притягання феромагнетиків, зафіксованого в експериментах з тонкостінними сталевими пластинами?
26. У чому проявляється аналогія з відомим електромагнітним притяганням?
27. Чим відрізняється запис рівнянь Максвелла для феромагнетика в порівнянні з немагнітним металом?
28. Чим пояснюється прагнення до нуля інтегральної дії в часі сил Лоренца при низьких робочих частотах діючих полів?
29. Чи має місце кумулятивний характер сил Лоренца при низьких частотах?
30. Часовий характер сил магнітного притягання? Чи має місце кумулятивний характер цих сил?
31. У чому переваги і недоліки циліндричної плоскої індукторної системи в порівнянні з масивним індуктором, внутрішній отвір якого має форму усіченого конусу?
32. Які фізичні процеси відрізняють індукторні системи з конусом внутрішнього вікна від плоских одновиткових циліндричних систем?

Модульний контроль знань за змістовними модулями № 1 – 5 (заліковий модуль № 1) здійснюється у формі тестування та рішення індивідуального завдання.

Блок змістових модулів (розділ) № 2
Магнітно-імпульсні технології в автомобілебудуванні

Змістовий модуль (тема) 6
Індукторні системи для магнітно-імпульсного притягання немагнітних металів

Циліндрична індукційна індукторна система. Симетрична індукційна індукторна система. Електромагнітні процеси в низькочастотному режимі симетричної індукційної індукторної системи. Розрахунок електродинамічних зусиль в симетричній індукційній індукторній системі. Індукційна індукторна система з одновитковим соленоїдом в порожнині масивного екрану. Розрахунок електродинамічних зусиль в індукційній індукторній системі з одновитковим соленоїдом у порожнині масивного екрану. Індукційні індукторні системи прямокутної геометрії. Симетрична індукційна система з подвійним витком прямокутної форми. Електромагнітні процеси в низькочастотному режимі симетричної системи. Розрахунок збуджуваних струмів і електродинамічних зусиль. Індукційна індукторна система з подвійним витком прямокутної геометрії і масивним екраном, загальний опис. Електромагнітні поля і діючі сили. Проекти індукційних індукторних систем для рихтування металевих листів.

Змістовий модуль (тема) 7
Індукторні системи для магнітно-імпульсних технологій в автомобілебудуванні

Загальні відомості. Магнітне поле і тиск, розрахункові співвідношення. Чисельні оцінки. Оптимальний варіант інструменту. Експериментальна апробація обчислень. Конструкція оптимального варіанту інструменту. Індукторна система з двох прямокутних витків. Поле і тиск, розрахункові співвідношення. Чисельні оцінки. Експериментальна перевірка обчислень. Індукторна система з чотирьох прямокутних витків. Поле і тиск, розрахункові співвідношення. Чисельні оцінки. Експериментальна апробація обчислень.

Змістовий модуль (тема) 8
Магнітно-імпульсні комплекси у практиці зовнішнього рихтування автомобільних кузовів

Переваги магнітно-імпульсних комплексів з багатократним повторенням розрядних імпульсів. Магнітно-імпульсна установка МІУС-2. Типові осцилограми зарядної напруги і розрядного струму на виході установки МІУС-2. Магнітно-імпульсна установка MDR-1. Багатовиткові і одновиткові соленоїди з узгоджувальними пристроями. Основні типи індукторних систем для притягання листових металів. Індукторні системи – розробки ХНАДУ. Індукційні індукторні системи, принцип дії, основні конструктивні складові. Узгоджувальні пристрої, функціональне призначення. Індукторні системи – розробки фірми

«Beulentechnik AG». Практичні ілюстрації магнітно-імпульсного рихтування вмятин.

Змістовий модуль (тема) 9

Основні завдання для СРС за змістовними модулями 6, 7, 8

1. Що таке «різкий поверхневий ефект», умови «різкого поверхневого ефекту»?
2. Які часові характеристики діючих магнітних полів і електрофізичні параметри листових металів в операції по «заповненню кутів»?
3. Яка технологічна операція з практики МІОМ виконується при з'єднанні елементів рамних конструкцій автомобілів?
4. Чим обумовлений вибір оптимального варіанту інструменту для магнітно-імпульсного «заповнення кутів»?
5. Устаткування для вимірювання магнітних полів в індукторних системах, перерахувати, дати пояснення.
6. В чому недоліки зварного з'єднання елементів рамних конструкцій автомобілів?
7. Які часові характеристики діючих магнітних полів і електрофізичні параметри листових металів в операції по з'єднанню рамних конструкцій автомобілів?
8. В чому переваги індукторних систем з двох паралельних плоских прямокутних витків?
9. Навіщо потрібно вводити чотири плоскі прямокутні витки при з'єднанні порожнистих прямокутних труб?
10. У чому полягає спільність будь-яких схем магнітно-імпульсних установок?
11. У чому відмінності схем магнітно-імпульсних установок, призначених для роботи в режимі потужних поодиноких і в режимі багатократних розрядних імпульсів?
12. На прикладі МІУС-2 – характерні параметри магнітно-імпульсної установки як джерела потужності для роботи в режимі багатократного повторення розрядних імпульсів?
13. Принципова схема магнітно-імпульсної установки фірми «Тесла»?
14. Багатовиткові і одновиткові соленоїди з узгоджувальними пристроями – це істотна принципова різниця в підході до питання створення інструменту для магнітно-імпульсного притягання об'єктів з високою провідністю, чому?
15. Переваги магнітно-імпульсних комплексів з узгоджувальними пристроями?
16. Чому індукційні індукторні системи можна назвати «універсальними»?
17. Індукторні системи для притягання феромагнітних листових металів, принцип дії, конструкція?
18. У чому переваги індукторних систем, призначених для притягання феромагнітних листових металів, в чому недоліки?
19. Послідовність виробничих операцій, які необхідно виконати для «перехо-

- ду» від постановки завдання до отримання необхідного результату, алгоритм технології?
20. У чому відмінність і в чому спільність індукційної індукторної системи і системи, що працює за рахунок магнітних властивостей оброблюваного металу?
 21. У чому сутність квазістаціонарного наближення при аналізі та розрахунках електромагнітних процесів?
 22. Який просторовий розподіл сил притягання в робочій зоні циліндричної індукційної індукторної системи?
 23. Яка дієвість сил магнітного тиску (відштовхування) в низькочастотному режимі діючих полів?
 24. Чому низькочастотний режим роботи індукційної індукторної системи є найбільш ефективним?
 25. У чому переваги циліндричної конструкції індукційної індукторної системи, та в чому недоліки?
 26. Схема індукційної індукторної системи з подвійним прямокутним витком?
 27. Чому індукційна індукторна система з подвійним прямокутним витком забезпечує більш рівномірний просторовий розподіл сил притягання в робочій зоні інструменту?
 28. Чому індукційна індукторна система є універсальною по відношенню до оброблюваного металу, фізичне обґрунтування?

Модульний контроль знань за змістовними модулями № 6 – 9 (заліковий модуль № 2) здійснюється у формі тестування та рішення індивідуального завдання.

Закінчення

Огляд вивченого матеріалу. Перспективи розвитку навчальної дисципліни. Шляхи самостійного удосконалення знань в галузі електромеханіки.

4. РОЗПОДІЛ ТЕМ ЗАНЯТЬ ЗА МОДУЛЯМИ, ГОДИНАМИ ТА КРЕДИТАМИ

Назва змістовного модуля	Усього на змістовний модуль (год/кред)	Лекцій (год)	Лаборат. занять (год)	Практ. занять (год)	СРС
VIII семестр					
<i>Змістовий модуль (тема) 1</i> Актуальність МІОМ та методів зовнішнього усунення вм'ятин з листових металів	8 / 0,22	4		2	2
<i>Змістовий модуль (тема) 2</i> Фізичні процеси в інструментах магнітно-імпульсних технологій	6 / 0,17	2		2	2
<i>Змістовий модуль (тема) 3</i> Традиційні технології та технічне устаткування МІОМ	10 / 0,28	2	4		4
<i>Змістовий модуль (тема) 4</i> Індукторні системи для магнітно-імпульсного притягання феромагнетиків	16 / 0,44	6	2	4	4
<i>Змістовий модуль (тема) 5</i> Основні завдання для СРС	4 / 0,11				4
<i>Змістовий модуль (тема) 6</i> Індукторні системи для магнітно-імпульсного притягання немагнітних металів	14 / 0,39	4	4	2	4
<i>Змістовий модуль (тема) 7</i> Індукторні системи для магнітно-імпульсних технологій в автомобілебудуванні	12 / 0,33	6		2	4
<i>Змістовий модуль (тема) 8</i> Магнітно-імпульсні комплекси у практиці зовнішнього рихтування автомобільних кузовів	14 / 0,39	4	4	2	4
<i>Змістовий модуль (тема) 9</i> Основні завдання для СРС	6 / 0,17				6
Інтегрований залік					
Загалом	90 / 2,5	28	14	14	34

5. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАННЯ СТУДЕНТА (ЗАЛІКОВІ МОДУЛІ)

№	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	Обсяг трудовитрат студента (кредитів)	Форма контролю занять
1	Перший заліковий модуль по змістовим модулям 1 – 5	44	1,22	Модульний контроль: тестування і усне опитування
2	Другий заліковий модуль по змістовим модулям 6 – 9	46	1,28	Модульний контроль: тестування і усне опитування
3	Інтегрований залік			Тестування і виконання індивідуального завдання
Усього		90	2,5	

6. СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ І ШКАЛА ОЦІНОК

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою навчального закладу
A	Відмінно	90-100
BC	Добре	75-89
DE	Задовільно	70-74
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	1-34

Примітка: Загальна оцінка знань студента за дисципліну у цілому підраховується як середньозважена оцінка в балах за всіма заліковими модулями, де загальна оцінка

$$Q_g = \alpha_1 \cdot B_1 + \alpha_2 \cdot B_2,$$

де

$$\alpha_1 = T_{1\text{зал.мод.}} / T_d$$

$$\alpha_2 = T_{2\text{зал.мод.}} / T_d$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1$$

7. ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Відсутнє.

8. ВИДИ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції, практичні заняття, лабораторні заняття, консультації, самостійна робота студентів згідно табл. «Розподіл тем занять за модулями, годинами та кредитами».

9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчально-методичні матеріали з навчальної дисципліни, які знаходяться на освітньому порталі ХНАДУ:

1. Туренко А. Н. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Том 3. Теория и эксперимент притяжения тонкостенных металлов импульсными магнитными полями / Туренко А. Н., Батыгин Ю. В., Гнатов А. В. ; монография. – Харьков : ХНАДУ, 2009. – 240 с.
2. Дослідження принципів можливостей магнітно-імпульсних технологій для розділення металевих та діелектричних об'єктів. Заключний: науково-дослідна робота / [А.В. Гнатов, Ю.В. Батигін, Є.О. Чаплигін та ін.] – Харків: ХНАДУ, 06.2011. – № держреєстрації 0111U003524. – 90 с
3. Фізика електромагнітних технологій в автомобілебудуванні. Заключний: науково-дослідна робота / [А.В. Гнатов, Ю.В. Батигін, Є.О. Чаплигін та ін.] – Харків: ХНАДУ, 06.2011. – № держреєстрації 0110U005847. – 76 с.
4. Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Трунова І.С., Чаплигін Є.О., Єрємін О.Ф., Гаврилова Т.В. Фізичні основи прогресивних магнітно-імпульсних технологій в виробництві та ремонті АТЗ. Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 327 с.
5. Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Чаплигін Є.О. Імпульсні магнітні поля для прогресивних технологій. – Ч. 1: Фізичні основи магнітно-імпульсних технологій для формовки кузовних елементів автомобіля. Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 160с
6. Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Трунова І.С., Чаплигін Є.О. Імпульсні магнітні поля для прогресивних технологій. – Ч. 2: Магнітно-імпульсні технології безконтактного рихтування кузовних елементів автомобіля. Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 176 с.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

10.1 Основна література:

1. Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Чаплигін Є.О. Імпульсні магнітні поля для прогресивних технологій. – Ч. 1: Фізичні основи магнітно-імпульсних техноло-

- гій для формовки кузовних елементів автомобіля. Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 160 с.
2. Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Трунова І.С., Чаплигін Є.О. Імпульсні магнітні поля для прогресивних технологій. – Ч. 2: Магнітно-імпульсні технології безконтактного рихтування кузовних елементів автомобіля. Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 176 с.
 3. Батыгин Ю. В. Магнитно-импульсная обработка тонкостенных металлов, Т.2. / Ю. В. Батыгин, В. И. Лавинский. – Харьков: МОСТ-Торнадо, 2002. – 288 с.
 4. А. В. Гнатов, Ю.В. Батыгин, А.Н. Туренко. Прогрессивные технологии. Теория и эксперимент притяжения тонкостенных металлов импульсными магнитными полями. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011 – 238 с.
 5. А. В. Гнатов, Ю.В. Батыгин, Е.А. Чаплыгин. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии для формовки кузовных элементов автомобиля. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 – 208 с.
 6. А. В. Гнатов, Ю.В. Батыгин, Е.А. Чаплыгин. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии бесконтактной рихтовки кузовных элементов автомобиля. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 – 242 с.
 7. Батыгин Ю. В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий / Батыгин Ю. В., Лавинский В. И., Хищенко Л. Т. – Т. 1.; под ред. проф. Ю.В. Батыгина. – [2-е изд.] – Харьков: МОСТ-Торнадо, 2003. – 288 с.

10.2 Додаткова література:

8. Батыгин Ю. В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии бесконтактной рихтовки кузовных элементов автомобиля: монографія / Ю. В. Батыгин, А. В. Гнатов, Е. А. Чаплыгин. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 – 242 с.
9. Мэтьюз Дж. Математические методы физики / Дж. Мэтьюз, Р. Уокер ; [пер. с англ]. – М.: Атомиздат. – 1972. – 399с.
10. Справочник по математике для научных работников и инженеров [авт. сост. Г. Корн, Т. Корн]. – М.: Лань, 2003. – 832 с.
11. Магнитно-импульсная обработка металлов. Реферативный сборник Ч.1. – Рижский политехнический институт. – Рига, 1982. – 202 с.
12. Магнитно-импульсная обработка металлов. Реферативный сборник / [под ред. доц., к.т.н. В. А. Миронова] // Рижский политехнический институт. – Рига, 1982. – Ч.2. – 218с.
13. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов / [авт. сот. И. В. Белый, С. М. Фертик, Л. Т. Хищенко]. – Харьков: Вища школа, 1977. – 190с
14. Поля и переходные процессы в аппаратуре сверхсильных токов / Шнеерсон Г. А. – Л. : Энергоиздат, 1981. – 200 с.

10.3 Література для поглибленого вивчення дисципліни:

15. Туровский Я. Техническая электродинамика / Туровский Я. – М. : Энергия, 1974. – 488 с.
16. Шнеерсон Г. А. Поля и переходные процессы в аппаратуре сверхсильных токов. 2-е изд., перераб. и доп. / Шнеерсон Г. А. – М. : Энергоиздат, 1981. – 416 с.
17. Батыгин Ю.В. Особенности магнитно-импульсной обработки металлов в технологиях современности / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, А.А.Степанов, Е.А.Чаплыгин // Електротехніка і електромеханіка. – Харків: 2011. – №1.– С. 72 – 75.
18. Батыгин Ю.В. Цилиндрический виток конечной ширины с разрезом над идеально проводящим массивным проводником / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, Д.О. Смирнов // Електротехніка і електромеханіка. – Харків: 2011. – №2.– С.56 – 60.
19. Батыгин Ю.В. Расчётные характеристики магнитно-импульсной установки для обработки металлов серией импульсов / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, В.В. Воробьёв, Щ.В. Гнатова, Г.С. Сериков, Е.А. Чаплыгин // Вісник НТУ «ХП». Зб. наук. праць. Тематичний випуск: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Харків: НТУ ”ХП”, 2011. – №12. – С.86-95.
20. Индукторная система из четырёх прямоугольных витков для магнитно-импульсной раздачи прямоугольных труб: Міжнародна науково-технічна конференція [«Науково-прикладні аспекти автомобільної галузі»] (Луцьк 17-20 травня 2010 р.) / А.В. Гнатов. – Луцьк: Наукові нотатки, В.28. – 2010. – С. 125 – 130.
21. Безконтактне магнітно-імпульсне рихтування автомобільних кузовів: Міжнародна науково-технічна конференція [«Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій»], (Тернопіль 19-21 травня 2010 р.) / А.В. Гнатов. – Тернопіль: Вісник ТДТУ, 2010.–Т.15.–№2.– С. 164 – 171.
22. Магнитно-импульсное притяжение листовых металлов – перспективное направление в развитии электромагнитной штамповки: XI Міжнародна науково-технічна конференція [«Проблеми сучасної електротехніки - 2010»]. (Київ 1-3 червня, 2010.) / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов. – К.: Технічна електродинаміка, Тематичний випуск, 2010. – Ч.1. – С.175 – 180.
23. Прогрессивные магнитно-импульсные технологии на транспорте. Третья Міжнародна науково-практична конференція [«Сучасні інформаційні технології на транспорті» MINTT-2011]. У 2-х тт. Том 2. (Херсон, Україна 23 – 25 травня 2011 р.) / А.В. Гнатов. – Херсон: Херсонський державний морський інститут, 2011. – 336 с. С. 232 – 239.
24. Батыгин Ю.В. Направление сил, действующих на листовой ферромагнетик, в зависимости от временных характеристик при МИОМ / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, С.А. Щиголева // Електротехніка і електромеханіка. – Харків: 2011. –№3.– С.56 – 61.

Підпис укладача _____ А.В. Гнатов