

Міністерство освіти і науки України

Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Механіко-математичний факультет
Кафедра аерогідромеханіки та енергомасопереносу

ЗАТВЕРДЖУЮ

УЗГОДЖЕНО

Ректор

Проректор з науково-педагогічної
роботи

"03" _____ 2017 р.

"03" _____ 04 _____ 2017 р.



_____ С.О. Чернецький

ПРОГРАМА

Фахових вступних випробувань спеціальності
113 «Прикладна математика»
(комп'ютерні технології та моделювання в механіці рідини та газу)

Затверджено на засіданні

Вченої ради механіко-математичного
факультету

"24" _____ січня _____ 2017 р.,

протокол № _____

декан ММФ _____ О.В. Хамініч

Дніпро
2017

I. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Фахові випробування проводяться для осіб, що отримали освітньо-кваліфікаційний рівень "Бакалавр" за напрямом "Механіка", та бажають продовжити навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем "Спеціаліст" або "Магістр" за спеціальністю "Механіка суцільних середовищ".

Для організації проведення фахового вступного випробування і підготовки до нього розроблена програма, яка інтегрує такі нормативні дисципліни ОПП бакалавра:

- Аерогідромеханіка;
- Газова динаміка;
- Чисельні методи;
- Теорія теплообміну.

Складання фахового вступного випробування проводиться після завершення 4-го курсу денної форми навчання.

Вид іспиту – письмовий тест. Екзаменаційний білет складається з 25 питань (питання з закритою формою відповіді), правильна відповідь на кожне з яких оцінюється в 4 бали. Результати іспиту оцінюються за 100 бальною шкалою. Загальний час виконання роботи – 120 хвилин.

II. ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ПРОГРАМИ

АЕРОГІДРОМЕХАНІКА

1.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І РІВНЯННЯ АЕРОГІДРОМЕХАНІКИ

Основні поняття механіки суцільного середовища. Гіпотеза суцільності. Густина речовини. Гідрогазодинамічні поля. Основні властивості скалярних і векторних полів і операції над ними (градієнт, дивергенція, потік через поверхню, вихор, циркуляція, формули Остроградського-Гауса і Стокса). Змінні Ейлера. Змінні Лагранжа. Опис руху рідини з точки зору Лагранжа. Похідні по часу в змінних Лагранжа і Ейлера. Похідні по часу в змінних Лагранжа і Ейлера. Вирази для прискорення. Взаємозв'язок між змінними Ейлера і Лагранжа.

Кінематика рідин. Формули Коші-Гельмгольца для деформації малих частинок рідини. Два методи вивчення руху рідин (газів): метод Ейлера і метод Лагранжа. Закон руху суцільного середовища. Змінні Ейлера і Лагранжа. Зв'язок між методами Ейлера і Лагранжа. Кінематичні поняття: траєкторії та лінії току; їх диференціальні рівняння. Поверхні та трубки току. Вихрові лінії та трубки. Деякі властивості течій нестисливої рідини та соленоїдальних полів взагалі.

Динамічні рівняння. Сили, діючи на суцільне середовище. Зовнішні і внутрішні сили. Масові сили і поверхневі. Напружений стан в рідині. Тензорний характер напружень. Вивід рівняння руху рідини в напруженнях.

Поняття ідеальної рідини. Рівняння руху для ідеальної рідини. Нестислива рідина, система рівнянь. Інтеграл Бернуллі та інтеграл Коші-Лагранжа.

1.2. ГІДРОСТАТИКА

Основні рівняння гідростатики. Гідростатика рідин. Основне рівняння рівноваги рідин. Умови для сил, для межі розподілу. Розподіл тиску в стисливій та нестисливій рідині. Барометричні формули. Рівновага рідини в неінерціальній системі координат. Сили і моменти, що діють на занурене тіло. Закон Архімеда та його використання.

1.3. ПЛОСКІ ТЕЧІЇ НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ

Зведення плоских течій до апарату теорії функцій комплексного змінного. Потенціальні плоскі течії нестисливої рідини. Зв'язок гідродинамічних течій з функціями комплексної змінної. Функція току і комплексний потенціал. Гідродинамічна інтерпретація найпростіших аналітичних функцій: лінійна і квадратична функція, логарифмічна функція тощо. Гідродинамічна інтерпретація похідної від комплексного потенціалу.

Обтікання абсолютно твердого контуру нестисливою рідиною. Постановка задачі про обтікання нерухомого контуру нестисливою рідиною. Постановка задачі про рух контуру в рідині. Граничні умови непротікання. Розв'язок задач про обтікання циліндра (кола). Аналіз розв'язку задачі обтікання кола з циркуляцією і без неї. Дослідження розподілу тиску на колі.

Метод конформних відображень в плоских задачах обтікання довільного контуру. Постановка задачі про обтікання (рух) довільного контуру в нестисливій рідині. Формули Чаплигіна-Блазіуса для сили і моменту, діючих на контур. Формула Жуковського для підйомної сили. Метод конформних відображень для довільного контуру. Обтікання еліпса та пластинки. Гіпотеза Чаплигіна-Жуковського про гостру крайну профілю.

1.4. ПРОСТОРОВІ ТЕЧІЇ ІДЕАЛЬНОЇ РІДИНИ

Просторові безвихорові течії ідеальної рідини. Деякі основні закономірності безвихрових течій ідеальної нестисливої рідини. Довільний рух твердого тіла в безграничній рідині. Розв'язок задачі про рух кулі. Поняття приєднаних мас. Розрахунок приєднаних мас і сил, діючих на рухоме тіло.

Просторові вихорові течії ідеальної рідини. Основні закономірності вихорових течій. Закони про рух вихорів (рівняння Гельмгольца, Фрідмана, теореми Стокса, Томсона, Гельмгольца і Лагранжа).

1.5. РІВНЯННЯ РУХУ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ.

Рівняння Нав'є-Стокса. В'язка рідина, її характеристики. Закон Ньютона і узагальнений закон Ньютона. Вивід рівнянь Нав'є-Стокса. Граничні умови. Поняття про подібність течії в'язкої рідини. Критерії Фруда, Рейнольдса та Струхаля.

Деякі точні розв'язки рівнянь Нав'є-Стокса. Течія Куета (напорне і безнапорне). Течія в'язкої рідини в циліндричній трубі (течія Пуазейля). Закон опору Гагена-Пуазейля. Поняття ламінарного та турбулентного руху. Критерій

переходу. Обтікання напівскінченної пластинки (задача Блазіуса). Коефіцієнт тертя пластинки.

Основи теорії пограничного шару. Поняття пограничного шару. Вивід рівнянь Прандля. Інтегральні методи розв'язування рівнянь пограничного шару. Товщина витіснення, товщина згубленого імпульсу і енергії. Застосування інтегральних методів для розв'язку задач пограничного шару для безградієнтного обтікання пластинки для різних автотельних профілів. Порівняння інтегральних характеристик пограничного шару.

Рівняння турбулентного руху. Поняття турбулентного руху. Пульсації. Усереднення пульсуючих параметрів. Вивід рівнянь Рейнольдса для нестисливої рідини. Турбулентні напруження і проблема замикання рівнянь Рейнольдса. Гіпотеза Бусінеска. Теорія шляху перемішування тощо.

Найбільш прості турбулентні течії. Універсальні закони турбулентних течій. Течії в трубах і каналах. Структура пограничного шару. Закони опору для турбулентних течій в трубах (закон Блазіуса і закон "1/7"). Турбулентні течії вільних струменів (витікання точкового струменя, шар змішування двох нескінченних потоків).

Гідравлічний розрахунок трубопроводу Співвідношення Бернулі для течій в трубах з втратами. Формули Дарси–Вейсбаха. Природа розподілених і зосереджених втрат тиску при русі в'язкої рідини. Формули Вейсбаха–Дарси для втрат тиску. Втрати при ламінарному русі в трубі. Розрахунок простого трубопроводу.

ГАЗОВА ДИНАМІКА

1.6. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ДИНАМІКИ ГАЗУ І ПРОСТІЙШИ РІВНЯННЯ ЙОГО РУХУ

Основні параметри течії газу. Параметри, що застосовуються для опису газових течій. Рівняння стану. Термодинамічні системи. Зворотні і незворотні процеси. Перший початок термодинаміки. Внутрішня енергія. Ентальпія. Другий початок термодинаміки. Ентропія. Адіабатичні і ізоентропічні процеси. Хвильові процеси в газах. Розповсюдження малих збурень в газі. Швидкість розповсюдження звука в газі. Число Маха, як критерій динамічної стисливості газу.

Рівняння енергії. Вивід рівняння енергії в одомірній постановці для стаціонарних течій. Рівняння енергії енергоізоляованої течії. Газодинамічні функції адіабатичних течій. Вимір швидкості газу.

Стрибки ущільнення. Природа і види стрибків ущільнення. Прямі стрибки ущільнення. Ударна адіабата. Теорема Г. Цемплена. Косі стрибки ущільнення.

Хвилі розширення в плоскому надзвуковому потоці газу. Аналіз течії газу в центрованій хвилі розширення. Хвилі розширення при звуковій початковій швидкості. Хвилі розширення при надзвуковій початковій швидкості. Графічний спосіб розрахунків.

1.7. ОДНОВИМІРНІ ТЕЧІЇ ГАЗУ

Течії газу в соплах і газоводах. Теорема про звернення впливу. Елементарна теорія геометричного сопла. Течії газу по циліндричним трубам з урахуванням тертя.

Теорема імпульсів в задачах про течії по газоводах. Вивід теореми імпульсів для одновимірних сталих течій. Формули для розрахунку повного імпульсу. Використання теореми імпульсів: тяга ракетного двигуна, рух газу у трубах зі підігрівом, раптове розширення газу.

1.8. ГАЗОВА ДИНАМІКА ПЛОСКИХ ТЕЧІЙ

Вивід основного рівняння газової динаміки. Основне рівняння потенціалу для стаціонарних двовірних течій газу. Визначення характеристик як узагальнення лінії Маха. Області впливу збурень і області визначення течії. Рівняння характеристик для потенціальної плоскої течії газу у фізичній площині. Рівняння характеристик для потенціальної плоскої течії газу у площині годографа швидкості. Чисельний метод характеристик для розрахунку плоских потенціальних течій. Типові розрахункові задачі.

ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

Абсолютна та відносна похибка числа. Інтерполяція функцій. Інтерполяційні многочлени в формі Лагранжа та Ньютона. Чисельне диференціювання.

Чисельне інтегрування (квадратурні формули прямокутників, трапецій, парабол). Чисельні методи лінійної алгебри (метод Гауса, метод прогонки, метод квадратного кореня, ітераційні методи). Середнє квадратичне наближення функцій.

Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь (метод половинного ділення, метод простих ітерацій, метод дотичних).

Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

Рівняння в частинних похідних.

Модельне рівняння в частинних похідних. Різницеві схеми для модельних рівнянь в частинних похідних. Основні властивості схем: апроксимація, порядок апроксимації, збіжність, стійкість. Явні і неявні різницеві схеми. Метод Неймана дослідження стійкості різницевих схем. Диференціальне наближення різницевих схем. Дифузійні і дисперсні похибки. Схемна в'язкість.

ТЕОРІЯ ТЕПЛООБМІНУ

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ

Теплопровідність. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності в металах, рідинах, газах. Диференціальне рівняння теплопровідності. Безрозмірні критерії в теорії теплообміну. Постановка крайових задач теплопровідності, типи граничних умов. Стаціонарна теплопровідність. Теплопередача крізь стінки

різної геометрії. Теплопровідність при нестационарному режимі. Задачі нестационарної теплопровідності. Теплопровідність при регулярному режимі, теореми Кондрат'єва.

КОНВЕКТИВНИЙ ТЕПЛООБМІН

Фізика конвективного теплообміну, вимушена та вільна конвекція, диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Коефіцієнт тепловіддачі. Експериментальні методи вивчення тепловіддачі при вільній конвекції та вимушеної конвекції в трубі. Побудова критеріальних рівнянь. Конвекція в трубах.

Теплообмін при кипінні. Крива кипіння, режими кипіння. Теплообмін при конденсації.

РАДІАЦІЙНИЙ ТЕПЛООБМІН

Фізика випромінювання, електромагнітна шкала. Основні закони випромінювання: Планка, Віна, Стефана-Больцмана, поняття абсолютно чорного тіла. Радіаційні функції та радіаційні властивості тіл. Закон Кіргофа. Види потоків випромінювання. Кутові коефіцієнти та їх властивості. Методики розрахунку теплообміну випромінюванням в системі тіл. Теплообмін випромінюванням за наявності екранів. Складний теплообмін.

ІІІ. СТРУКТУРА ЗАВДАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Екзаменаційний білет складається із 25 питань у формі тестів з закритою формою відповіді, на кожне екзаменаційне питання пропонується чотири варіанта відповіді. Серед запропонованих варіантів лише одна відповідь є вірною. Всі питання мають однакову вагу під час оцінювання, кількість балів, що нараховується за кожну правильну відповідь дорівнює 4 балам. Максимальна можлива кількість балів яку можна отримати – 100.

Питання, що входять до складу білету мають відображати всі розділи програми фахових випробувань.

Таблиця 1. Розподіл питань за темами та відповідної максимальної кількості балів.

Номер розділу програми фахових випробувань	Назва розділу	Вид питання	Кількість питань в білеті	Максимальна кількість балів, що нараховується за одну правильну відповідь
1	Аерогідромеханіка	з закритою формою відповіді	13	4 бали
2	Газова динаміка	з закритою формою відповіді	8	4 бали
3	Чисельні методи	з закритою формою відповіді	2	4 бали
4	Теорія теплообміну	з закритою формою відповіді	2	4 бали

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамовский Е.Р., Ковалева В.А. Конспект лекцій по газовой динамике. – Днепропетровск, ДГУ, 1984. – 240 стр.
2. Давідсон В.Є. Вступ до гідродинаміки. – Дніпропетровськ, Видавництво Дніпропетровського університету, 2004. – 215 стр.
3. Давідсон В.Є., Личагін М.М. Вступ до газодинаміки. – Дніпропетровськ, Видавництво Дніпропетровського університету, 2004. – 215стр.
4. Давідсон В.Є. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах. – Днепропетровск: Изд-воДНУ, 2006. – 380 стр.
5. Кочин Н.Е., Кибель И. А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика., Часть 1,2. – М., Изд-во физ.-мат. лит., 1963
6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М., Наука, 1973. – 903с.
7. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М., Наука, 1970. – 664 стр.
8. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М., Энергия, 1975. – 487 стр.

Завідувач кафедри
аерогідромеханіки та енергомасопереносу, проф.



Книш Л.І.