# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Компьютерное моделирование кавитации»

### Задания закрытого типа

#### Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Что такое кавитация:

А) Явление образования льда в воде

Б) Явление образования пузырьков газа в жидкости при высоком давлении

В) Явление образования вихрей в жидкости

Г) Явление образования пузырьков пара в жидкости при низком давлении

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Выберите один правильный ответ

Что утверждает первое условие Бриллуена:

А) давление в каверне равно давлению насыщенного пара жидкости

Б) скорость на поверхности каверны равна нулю

В) циркуляция скорости вокруг каверны равна нулю

Г) касательное напряжение на поверхности каверны равно нулю

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Выберите один правильный ответ

Что такое парадокс Бриллуена:

А) невозможность одновременного выполнения первого и второго условий Бриллуена

Б) невозможность существования кавитационной каверны

В) отсутствие подъемной силы при обтекании профиля

Г) несоответствие теоретических результатов экспериментальным

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. Выберите один правильный ответ

Какая из кавитационных схем рассматривает обтекание пластины, при котором каверна выходит на бесконечность:

А) схема Эфроса

Б) схема Тулина-Терентьева

В) схема Кирхгофа

Г) схема Рамзина

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Обратная задача кавитационного обтекания | А) | Область, заполненная паром или газом, образовавшаяся в жидкости при кавитации |
| 2) | Условие согласования | Б) | Определение формы гидропрофиля при заданной форме каверны |
| 3) | Метод вычисления интеграла | В) | Равенство давления в каверне и на поверхности обтекаемого тела |
| 4) | Каверна | Г) | Метод решения сингулярных интегралов |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | В | Г | А |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Формулы Леви-Чивиты | А) | Описывает зависимость скорости от давления в потоке жидкости |
| 2) | Асимптотическое поведение струй на бесконечности | Б) | Определяют силы, действующие на криволинейное препятствие |
| 3) | Формула Чаплыгина | В) | Силы, возникающие из-за разности давлений |
| 4) | Силы давления | Г) | Струи на бесконечности параллельны друг другу |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | Г | А | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Теорема об изменении количества движений | А) | Описывает связь между силой, действующей на тело, и изменением количества движения струи | |
| 2) | Струйное обтекание | Б) | Количество жидкости, протекающее через поперечное сечение струи в единицу времени | |
| 3) | Расход струи | В) | Обтекание тела, при котором поток разделяется на отдельные струи | |
| 4) | Формула сопротивления | Г) | Выражение для определения силы сопротивления, действующей на тело при обтекании струей жидкости | |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | В | Б | Г |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1) | Метод Леви-Чивиты | А) | Задача определения решения дифференциального уравнения с заданными граничными условиями |
| 2) | Параметрическая плоскость | Б) | Метод решения задач обтекания тел, основанный на переходе к параметрической плоскости |
| 3) | Краевая задача | В) | Плоскость, в которой решается более простая задача обтекания после применения параметризации Леви-Чивиты |
| 4) | Условие гладкого отрыва | Г) | Условие отсутствия разрыва производной давления в точке отрыва |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | В | А | Г |

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

#### Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов решения задачи о натекании струи на плоскую стенку:

А) Определение формы струи после взаимодействия со стенкой

Б) Применение теоремы об изменении количества движений для определения силы, действующей на стенку

В) Определение скорости и давления в струе

Г) Определение граничных условий на свободной поверхности струи

Правильный ответ: В, Г, А, Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Установите правильную последовательность шагов для расчета силы, действующей на криволинейное препятствие с помощью формул Леви-Чивиты:

А) определение коэффициентов разложения аналитической функции в ряд

Б) выбор параметров для описания формы препятствия

В) применение формул Леви-Чивиты

Г) решение краевой задачи в параметрической плоскости

Правильный ответ: Б, Г, А, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Установите правильную последовательность этапов решения обратной задачи кавитационного обтекания:

А) Определение комплексного потенциала

Б) Определение граничных условий на каверне и поверхности профиля

В) Решение краевой задачи

Г) Применение метода вычисления интеграла для нахождения профиля

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. Установите правильную последовательность этапов развития кавитации:

А) снижение давления в жидкости

Б) образование пузырьков пара

В) рост пузырьков

Г) коллапс пузырьков (при повышении давления)

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

### Задания открытого типа

#### Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В обратной задаче задается форма \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: каверны.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ возникает из-за противоречия между первым и вторым условиями Бриллуена.

Правильный ответ: Парадокс Бриллуена.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Обтекание пластины по схеме \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ предполагает, что каверна выходит на бесконечность.

Правильный ответ: Тулина-Терентьева.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Первое условие Бриллуена утверждает, что давление в каверне равно давлению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ пара жидкости.

Правильный ответ: насыщенного.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

#### Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Метод Леви-Чивиты основан на переходе к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: параметрической плоскости / параметрически заданной плоскости**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Теорема об изменении количества движений связывает силу, действующую на тело, с \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ струи.

Правильный ответ: изменением количества движения / изменением импульса.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Во второй части метода Леви-Чивиты решается \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ для аналитической функции.

Правильный ответ: краевая задача / граничная задача.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. В обратной задаче кавитационного обтекания необходимо определить форму \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: гидропрофиля / гидравлического профиля / профиля**.**

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

#### Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Сила набегающей струи:

Пусть струя жидкости с плотностью  и скоростью  направлена на плоскую вертикальную стенку.

Требуется найти силу, действующую на стенку, и расчет расхода жидкости.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Установим, что струя имеет частоту или расход , который можно рассчитать по формуле: , где  — площадь поперечного сечения струи.

Согласно теореме об изменении количества движений, сила , действующая на стенку, может быть вычислена как: . Здесь - это производная массы (массовый поток), который равен : .

Учитывая, что струя, ударяясь о стену, останавливается, изменение скорости равно начальной скорости: .

Подставив значения в уравнение для силы: . Таким образом, сила, действующая на плоскую стенку, равна , а расход жидкости через стенку равен: .

Ответ: 

Критерии оценивания:

– нахождение силы, действующей на плоскую стенку.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

2. Полное решение задачи о натекании струи на плоскую стенку:

Пусть струя жидкости с плотностью  и скоростью  направлена на плоскую стенку.

Определите распределение давления на стенке.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Запишем уравнение Бернулли для двух точек: одну в струе и одну на стенке:

.

где  - давление на стенке, а  - давление в струе.

Предположим, что в струе давление  = атмосферное:

.

В этом случае уравнение преобразуется:

.

Отсюда: .

Давление на стенке будет выше атмосферного на величину динамического давления потока. Таким образом, распределение давления на стенке обозначается как:

.

Ответ: .

Критерии оценивания:

– нахождение распределения давления на стенке.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

3. Обтекание криволинейных препятствий. Параметризация Леви-Чивиты:

Покажите, что поток жидкости обтекает криволинейное препятствие, используя параметры Леви-Чивиты, рассчитайте силу, действующую на него.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Вводим параметризацию кривой  как заданные функции  и , где  - параметр (длина арки).

Нормали к кривой могут быть вычислены через производные:

.

Используем форму для расчета силы, действующей на криволинейное препятствие:

.

где  - скорость потока,  - единичный вектор нормали к экрану.

Если скорость потока постоянна, то сила на криволинейном препятствии будет определяться произведением плотности, скорости, площади и угла атаки:

.

где  - компонента скорости, направленная перпендикулярно к границе.

Ответ: .

Критерии оценивания:

– нахождение силы, действующей на преграду.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

4. Условия гладкого отрыва Бриллуена-Вилла:

Требуется определить условия гладкого отрыва потока жидкости по критериям Бриллуена-Вилла на криволинейном препятствии.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Для определения отрыва потока необходимо учитывать число Рейнольдса , которое определяется как:

,

где  - характерный размер,  - вязкость жидкости.

При достижении определенного критического числа Рейнольдса  поток начинает отклоняться и может произойти отрыв.

Для гладкого отрыва угловое изменение потока  должно быть достаточно малым:

.

Если угол поворота границы меньше критического, поток остается прикрепленным.

Можно также определить, что  - общее условие для гладкого отрыва.

Ответ: 

Критерии оценивания:

– нахождение общего условия для гладкого отрыва.

Компетенции (индикаторы): ОПК-2, ПК-1

**Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС**

Лист изменений и дополнений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |