

Учебная PIV система велосиметрии по изображениям частиц на основе светодиода LED для визуализации течений



EduPIV – система PIV под ключ для учебных целей

PIV система для учебных целей под ключ

Системы велосиметрии по изображениям частиц (Particle Imaging Velocimetry (PIV)) позволяют выполнять бесконтактные оптические измерения полей скоростей потоков. Исторически, системы PIV были вне применения для большинства учебных лабораторий из-за стоимости и обеспокоенностью, связанной с лазерной безопасностью. Система EduPIV предлагает безопасное, доступное по средствам, решение под ключ для ознакомления студентов с этим мощным методом. Эта система использует светодиодный источник LED освещения, который безопасен и прост в работе, одновременно совмещает превосходную надежность и эксплуатационные качества. Полная системы EduPIV с необходимым аппаратным, программным обеспечением и экспериментальной моделью потока может выполнять простые PIV эксперименты и демонстрации без дополнительного оборудования. Для сбора данных и анализа потока, система поставляется с полной версией программного обеспечения DynamicStudio – наиболее всеобъемлющим и мощным программным обеспечением обработки изображений для оптических измерений скорости.

Ключевые достоинства

- PIV измерения с разрешением во времени (Time resolved PIV) для лабораторных курсов механики жидкости
- Обучение студентов – подготовка студентов для PIV исследований в процессе обучения и после университета
- Безопасная работа без лазеров с светодиодным LED освещением
- Полнофункциональное программное обеспечение DynamicStudio для передачи студентам опыта реальных PIV исследований
- Резервуар с имитацией потока и эксперимент с руководящим образовательным видео
- Простое, гибкое решение по созданию потока; простота создания студентом экспериментов
- Быстрое перемещение места расположения сопла, напечатанного на 3-Д принтере

Коротко о решении EduPIV

Велосиметрия по изображениям частиц (Particle Image Velocimetry (PIV)) является бесконтактным оптическим методом для исследований и диагностики потоков, турбулентности, потоков жидкости в микроканалах, распыла в спреях и процессов горения. Поток засеивается маленькими увлекаемые потоком частицами, которые отслеживают движение жидкости. Частицы освещаются и последовательно фотографируются камерой при движении жидкости и анализируются с использованием программного обеспечения PIV. Стандартный 2D2C PIV (2 - мерный, 2 компонентный PIV) измеряет две компоненты скорости в плоскости, используя одну камеру, и состоит из: камеры, лазера с некоторыми устройствами, направляющими луч, оптикой световой завесы (плоскости), синхронизатора и персонального компьютера (ПК) для сбора данных, сохранения и анализа. Для системы EduPIV, вместо лазера используется источник светодиодного LED освещения и оптоволоконно. Время кадра полностью управляется установками камеры и программным обеспечением DynamicStudio. Конфигурация системы позволяет работать безопасно и просто, позволяя студентам сфокусироваться на изучении принципов измерений, вместо того чтобы заниматься управлением сложной аппаратурой.

В систему под ключ для обучения PIV включены полная экспериментальная установка и вся измерительная система. Основой установки для создания потока является эксперимент в резервуаре с водой, в котором струя потока создается насосом с регулируемой производительностью и соплом. Сопло создает водяную струю, что позволяет выполнить ряд испытаний с водяной струей и также установка может быть просто сконфигурирована для дополнительных испытаний. Для засева струйного течения используются полиамидные сферы и камера FlowSense USB 2M-165, которая записывает движение частиц. Зарегистрированные изображения анализируются используя программное обеспечение DynamicStudio, чтобы получить общие карты скорости, данные статистики турбулентности, скалярный анализ, оценку временных/спектральных данных и визуализацию потока.



EduPIV эксперимент на установке имитирующей струйное течение

Установка для исследования струйного потока состоит из водяного резервуара, установленного на алюминиевой раме, с подвижным рычагом крепления для камеры и оптики световой завесы. Светодиодная лампа LED и оптика световой завесы освещают плоскость измерений. Скользящий рычаг двигает вместе камеру и световую завесу для снятия изображений различных областей потока. Включенный в систему насос и сопло обеспечивают создание струйного течения с переменной скоростью, контролируемой электронным контроллером. Водяной поток может работать в следующих режимах:

Стабильный поток: Это первый и основной поток, который используется для обучения студентов основам метода PIV. Он представляет собой квази-постоянное, турбулентное струйное течение. Создаваемое простое (главным образом) однонаправленное течение позволяет студентам начать использовать PIV метод для исследования простых, а не сложных потоков. Здесь студенты учатся базовым основам для проведения PIV экспериментов: синхронизации, засеиванию потока, установке камеры и освещения. Скорость потока варьируется с поставляемым



соплом до, примерно, 50 см/с. Более высокие/низкие скорости могут быть достигнуты используя различные сопла.

Периодические потоки: Струйное течение потока изменяется периодически для создания динамического струйного потока. Это позволяет студентам выполнять временной, спектральный и модальный анализ. Рассматриваются различные PIV параметры при больших вариациях скорости.

Пульсирующий поток: Насос работает в пульсирующем режиме включаясь и выключаясь для испускания кольцевых вихрей. Это позволяет студентам визуализировать динамические модели и идентифицировать частоты испускания вихрей и методы идентификации вихрей.

Случайный поток: Как говорит название, этот режим создает случайный выход потока. Это режим может быть использован для длинных испытаний на динамическую устойчивость и рекомендуется для углубленного изучения другими лабораторными инструментами.

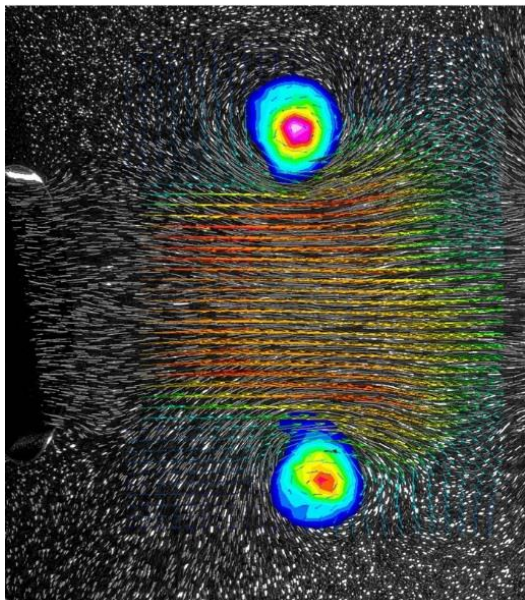
Установка для исследования струйного течения EduPIV спроектирована для получения максимальной гибкости. Пока выполняются вводные испытания потоков с анализом свободного течения, он может быть использован для малых объектов, таких как профиль (крыло), помещенный в поток. Дополнительно, сопла, которые могут быть просто распечатаны на 3-д принтере, могут быть заменены на другие типы или иметь различные размеры для разнообразных испытаний.

DynamicStudio

Программа DynamicStudio связывает сбор, обработку данных, и результаты анализа вместе в мощном пользовательском интерфейсе. Для расчета полей скорости исходя из необработанных изображений и анализа результатов используется базовый пакет DynamicStudio и дополнительная программа для 2D2C PIV анализа.

Система EduPIV включает полнофункциональное программное обеспечение, позволяющее студентам получить действительный опыт работы с имеющимися самыми совершенными методами обработки. Имея возможность выполнять сбор и анализ, выполняемый в одном программном обеспечении, нет необходимости перемещать данные по кругу. Специальные процедуры анализа и настроенные по требованию заказчика последовательности анализа позволяют выполнять быстрые исследования и визуализацию результатов. Программа очень проста для использования и включает возможности интенсивного обмена данными (например, MATLAB) для более сложных студенческих проектов и отчетов.

Дальнейшие детали функционирования программного обеспечения изложены в проспекте по программе "DynamicStudio Software".



Движение частиц производимого кольцевым вихрем с наложенными данными мгновенных векторов PIV и скалярными данными. Идентификация вихря на основе 2 инварианта Q-значений.



Программа DynamicStudio для системы EduPIV может работать на ноутбуке с USB 3.0.

Камера и линзы

Камера FlowSense USB 2M-165 предлагает идеальное решение, что касается функциональности и простоты использования. Имея USB интерфейс, камера может быть использована с USB 3.0 ПК или ноутбуком без необходимости использования платы захвата изображений или другого аппаратного обеспечения. С 1920 x 1200 пикселями, сенсор CMOS способен регистрировать 165 кадров в секунду и иметь более высокую скорость кадров с пониженной областью обзора. Объективы с низким уровнем искажения 35мм f/2.8 с C-креплением обеспечивают оптимальное увеличение и поле зрения для течения EduPIV. Компактные и прочные объективы с простой работой и фиксирующимися настройками, чтобы помочь студентам поддерживать настройки после калибровки.

Камера устанавливается на скользящем рычаге на канале потока для быстрого и простого перемещения области измерений в пределах резервуара.

Светодиодное LED освещение и оптика световой завесы

Чтобы обеспечить безопасное и надежное освещение используется светодиодный LED источник света. Освещение 150Вт дает интенсивность, необходимую для коротких времен экспозиции, используемых в PIV измерениях. Выход осветителя связан с пучком многомодового оптоволоконна. Для создания световой линии волокна на выходном конце пучка расположены в ряд. Линия фокусируется с помощью цилиндрической линзы с целью формирования световой завесы. Фокальная точка (или точка седловины) световой завесы может быть легко настроена путем передвижения цилиндрической линзы вверх и вниз. Компактная световая линия и стержневые линзы являются принадлежностью того же скользящего кронштейна, что и камера, таким образом, они двигаются вместе для измерений в различных областях резервуара.

Насос, контроллер, сопло

Насос прост в работе и монтаже и крепится в резервуаре посредством магнитного основания. Насос соединяется с соплом, напечатанным на 3D принтере посредством резиновой воронки, которая может быть быстро и просто удалена или сдвинута. Используя эту универсальную конструкцию, студенты могут проектировать и печатать свои собственные сопла или согласующие устройства для создания и измерений различных потоков. Контроллер насоса позволяет выполнять быстрые ручные регулировки и может быть адаптирован для внешнего управления для более сложных экспериментов. Сопло имеет выходной диаметр 5 см и дает плоский профиль струи.



FlowSense USB 2M-165



LED оптоволоконный кабель и оптика световой завесы



Насос и контроллер.



Сопло, изготовленное на 3D-принтере.

Техническая спецификация		
Компонент	Модель	Описание
Программное обеспечение	DynamicStudio	Базовый пакет 2D PIV. Полная библиотека обработки изображений MATLAB Link
Камера	FlowSense USB 2M-165	165 кадров в секунду, 1920 x 1200 пикселей USB 3.0 интерфейс
Линзы	35 мм линзы с низкими искажениями	f/2.8 - f/16 диафрагма, 35мм фокальная длина с-крепление, Фиксируемый фокус и диафрагма
Свет LED	EduPIV LED	150 Вт освещение, 110/220В Вход
Оптика световой завесы	Оптоволоконная	Оптоволоконный световод. Цилиндрические линзы с настраиваемым фокусом, 35° угол расхождения. Ширина завесы 7,6 см. 4мм минимальная толщина завесы.
Насос		0.2 - 0.5 л/с, 12 В постоянного тока
Сопло		Диаметр сопла на выходе: 5 см, Диапазон скоростей: 2 - 5 см/с
Резервуар		92 x 69 x 32 см, 140 литров