

УДК 681.7-1/-9

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ ДИФРАКЦИОННОГО ФАЗОВОГО МИКРОСКОПА

Романенко С.А. (Томский политехнический университет), Коклюшкин В.А. (Университет ИТМО), Георгиева А.О. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., ведущий профессор Петров Н.В.
(Университет ИТМО)

В работе представлены решения конструктивного исполнения основных узлов дифракционного фазового микроскопа. Предлагаемое решение позволит создать простой и бюджетный прототип микроскопа для лабораторных исследований.

Введение. Дифракционная фазовая микроскопия является одним из методов количественной фазовой визуализации. Данный метод активно используется для исследования биологических объектов, таких как клетки крови человека или клеточные колонии. Основными преимуществами являются простота схемы, высокая чувствительность, низкие шумы и отсутствие необходимости применения контрастного вещества. Кроме того, возможно превратить обычный световой микроскоп в дифракционный фазовый микроскоп с помощью специального модуля, который устанавливается вместо окуляра.

На данный момент на рынке не представлены коммерчески доступные решения. Поэтому становится актуальным создание простой конструкции дифракционного фазового микроскопа, которая может быть собрана в любой лаборатории.

Основная часть. Принцип работы дифракционного фазового микроскопа заключается в следующем: свет от источника излучения коллимируется первым микрообъективом и освещает исследуемый объект. Второй микрообъектив и длиннофокусная линза формируют изображение объекта в плоскости изображения микроскопа; данная плоскость совпадает с передней фокальной плоскостью объектива телескопической системы, состоящей из двух линз. В этой плоскости располагается дифракционная решетка, которая образует множество дифракционных порядков. При прохождении через пространственный частотный фильтр остаются только 0 и 1 дифракционные порядки. Камера регистрирует интерференцию и создает изображение, которое в дальнейшем обрабатывается и анализируется.

Разрабатываемый прототип микроскопа состоит из источника излучения и оптических элементов, размещенных на 8 опорных стержнях; стержни фиксируются сверху и снизу металлическими основаниями. Элементы располагаются в галетах, на трехкоординатных (XYZ) подвижках и в оправах, которые выполнены посредством 3D-печати из пластика PLA. Галеты имеют 4 отверстия, в которые вставляются опорные стержни. Галеты разработаны таким образом, что они имеют установочные резьбовые отверстия для фиксации на стержнях, резьбовые отверстия для винтов, которые выполняют перемещение элемента по осям XY, 3 выреза для пружин, за счет чего возможна установка и юстировка элементов разных размеров, а также дополнительные отверстия на верхней и боковых поверхностях, которые могут быть использованы в качестве запасных креплений. Также была разработана двухточечная модификация галет, имеющая только 2 отверстия для стержней, в которые помещаются оптические элементы, не требующие юстировки. Такая конструкция обеспечивает установку и удаление галеты из схемы без разборки всей конструкции.

Для перемещения элемента или объекта исследования по осям XYZ была разработана специальная подвижка. Данный конструктивный узел выполнен следующим образом: в базовой детали располагается подшипник, который прижимается к ней крышкой винтами. В центр подшипника вставляется цилиндр с внешней резьбой по всей высоте; цилиндр имеет небольшие стержни в нижнем основании, которые исключают возможность его вращения. На этот цилиндр накручивается цилиндрическая деталь с внутренней резьбой по всей высоте, верхнее основание которой представляет собой зубчатое колесо, сопряженное с механизмом

регулировки. Данная часть выполняет перемещение по оси Z . Для перемещения элемента по оставшимся осям сверху Z -подвижки винтами крепится подвижка по XY , принцип работы которой аналогичен галете. Подвижка по XYZ надевается на стержни и фиксируется на них прижимами, которые крепятся к базовой детали.

Для того, чтобы размещать оптические элементы (линзы, объективы, дифракционную решетку) в галетах и в XYZ -подвижке были разработаны оправы, которые в них вкручиваются и предотвращают образование царапин.

Выводы. В ходе работы были разработаны и изготовлены основные конструктивные узлы дифракционного фазового микроскопа. Предложенные детали можно быстро, легко и с минимальными затратами изготовить, благодаря чему предоставляется возможность создания бюджетного прототипа микроскопа для лабораторных исследований. Данные решения не являются конечными, планируется дальнейшая доработка конструкции и способов крепления.

Романенко С.А. (автор)

Подпись

Петров Н.В. (научный руководитель)

Подпись