



Структура и функция биополимеров

УДК 621.383.29

© Д. Н. Говорун, Я. Р. Мищук, Н. В. Желтовский, 1990

МАГНИТНЫЕ ДЕФОКУСИРУЮЩИЕ НАСАДКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОРОГОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ

Описаны разработанные авторами конструкции магнитоэлектронных дефокусирующих насадок, предназначенных для повышения пороговой чувствительности ФЭУ с полупрозрачным торцевым фотокатодом за счет уменьшения рабочего диаметра фотокатода. Представлены результаты испытаний с фотоумножителем типа ФЭУ-130.

Одним из главных требований, предъявляемых к фотоэлектронным умножителям (ФЭУ) как пороговым приемникам, далеко не всегда выполняющимся на практике без принудительного шумоподавления, является минимальное значение теплового шума фотокатода, ограничивающего нижний уровень регистрируемого ФЭУ светового сигнала [1].

Охлаждение ФЭУ, позволяя значительно подавить тепловые шумы, не всегда приводит к заметному выигрышу пороговой чувствительности из-за снижения квантового выхода фотокатода, наиболее сильно сказывающегося в длинноволновой области спектра [2]. Кроме того, при создании систем охлаждения возникают трудности и неудобства чисто технического характера.

В последнее время для повышения пороговой чувствительности ФЭУ все чаще используют внешнее магнитное поле [3]. При этом световой поток фокусируют на центральную область фотокатода, размеры которой намного меньше размеров последнего. В прикатодной области входной камеры ФЭУ создают при помощи внешнего источника сильно расходящееся магнитное поле такой конфигурации, чтобы фотоэлектроны, испускаемые освещенной областью фотокатода, беспрепятственно попадали на первый диод для дальнейшего умножения, а термоэлектроны с неосвещенной площади уходились магнитным полем за пределы первого диода, что эквивалентно уменьшению площади фотокатода. В предельном случае при оптимальной конфигурации магнитного поля эффективность шумоподавления будет определяться соотношением освещенной и полной площади фотокатода ФЭУ, достигая при этом достаточно больших величин.

Сравнительный анализ эффективности известных конструкций магнитных дефокусирующих насадок, предназначенных для повышения пороговой чувствительности ФЭУ, а также обзор общих принципов, положенных в основу их создания, позволяют сделать следующие выводы [4].

Практически все известные устройства предназначены для работы с ФЭУ, имеющими полупрозрачный торцевой фотокатод. При этом используется радиально-симметричное сильно расходящееся магнитное поле, соосное входной камере ФЭУ.

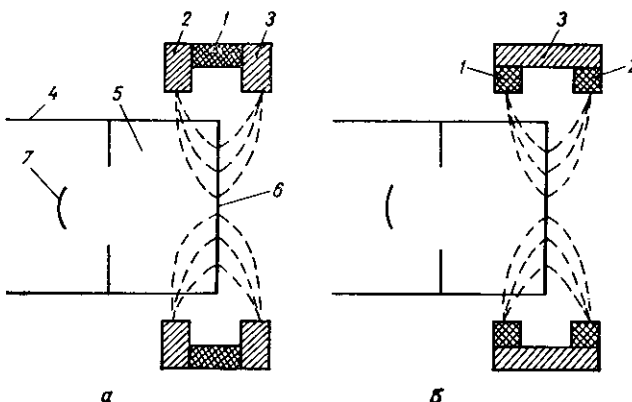
Эффект магнитной дефокусировки электронов и ионов определяется, в основном, радиальной составляющей магнитного поля и выходит на насыщение при величине напряженности порядка 16 кА/м.

Основной причиной, ограничивающей размеры эффективной площади фотокатода, является принципиально неустранимый разброс термоэлектронов по направлениям и скоростям вылета с фотокатода.

Изменения дифференциальных амплитудных распределений одноэлектронных импульсов, наблюдающиеся при магнитной дефокусировке, отражают зависимость коэффициента вторичноэлектронного умножения ФЭУ от скорости и угла падения на поверхность динода первичных электронов.

Необходимо принимать меры, препятствующие попаданию дефокусирующего магнитного поля в динодную систему ФЭУ, во избежание ее намагничивания и возникновения нежелательных магнитных полей.

Магнитные дефокусирующие насадки для повышения пороговой чувствительности ФЭУ (сечение плоскостью, проходящей через ось симметрии): *a* — кольцевой магнит (1); шайбы (полюсные наконечники) (2, 3); баллон ФЭУ (4); входная камера (5); фотокатод (6); первый динод ФЭУ (7); *b* — кольцевые магниты с противоположной радиальной намагниченностью (1, 2); цилиндрический магнитопровод (3); остальные обозначения соответствуют приведенным выше



Magnetic defocusing tips for increasing threshold sensitivity of photoelectron multiplier (PEM) (dissection by the plane containing a symmetry axis: *a* — annular magnet (1), washers (pole pieces) (2, 3), bulb of PEM (4), entrance chamber (5), photocathode (6), the first dynode of PEM (7); *b* — annular magnets with alternative radial magnetization (1, 2), cylinder magnetic circuit (3), other designations correspond to those mentioned above

При эффективной магнитной дефокусировке, когда рабочий диаметр фотокатода уменьшается до предела, требуется тщательная юстировка светового потока на центральный участок фотокатода ФЭУ, не нарушающаяся со временем.

Эти выводы были использованы нами в качестве исходных предпосылок при создании магнитных дефокусирующих насадок магнитостатического типа (рисунок), предназначенных для повышения пороговой чувствительности ФЭУ с полупрозрачным торцевым фотокатодом за счет уменьшения эффективного диаметра фотокатода.

Разработанные и используемые нами магнитные дефокусирующие насадки выполнены сборно-разборными и образованы постоянным кольцевым магнитом с осевой намагниченностью и двумя идентичными полюсными наконечниками в виде шайб (рисунок, *a*) либо двумя постоянными кольцевыми магнитами с противоположно направленной радиальной намагниченностью с цилиндрическим магнитопроводом. В конечном итоге эффект шумоподавления не зависит от вида сборки, а определяется при всех равных прочих условиях напряженностью магнитного поля в центре насадки и его расходимостью, которая зависит от величины зазора по оси — чем меньше зазор, тем сильнее расходимость поля.

Магнитная дефокусирующая насадка устанавливается на баллоне ФЭУ таким образом (рекомендуется избегать соприкосновения с баллоном для предотвращения паразитного свечения), чтобы ее центр симметрии совпадал с центром фотокатода. Такое расположение обеспечивает максимальный эффект шумоподавления темного тока фотокатода ФЭУ и ионной обратной связи при засветке его центральной области.

При величине напряженности магнитного поля в центре фотокатода фотоумножителя ФЭУ-130 порядка 14,5 кА/м, зазоре ~10 мм и

диаметре освещенной центральной области фотокатода ~ 1 мм достигнуто понижение скорости счета темновых импульсов с фотокатода (при неизменной величине сигнала) приблизительно в 60 раз (при полном подавлении ионной обратной связи), что соответствует уменьшению рабочего диаметра фотокатода до величины $\sim 2,5$ мм. Режим питания ФЭУ при этом оптимизировался в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [5].

Опыт эксплуатации описанных устройств в составе прецизионного лазерного КР-спектрометра, предназначенного для исследования биополимеров [6], позволяет рассматривать магнитную дефокусировку как одно из наиболее эффективных средств повышения пороговой чувствительности ФЭУ, характеризующееся высокой эффективностью и удобством в использовании.

MAGNETICAL DEFOCUSING TIPS FOR INCREASING THRESHOLD SENSITIVITY OF PHOTOELECTRON MULTIPLIERS

D. N. Govorun, Ya. R. Mishchuk, N. V. Zheltovsky

Institute of Molecular Biology and Genetics,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

The design of magnetostatical defocusing tips, worked out by the authors, is described. The tips are used for increasing threshold sensitivity of photoelectron multiplier having semitransparent face photocathode due to a decrease in the working diameter of photocathode. The data on tests of the device with photoelectron multiplier PEM-130 are represented.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Одноэлектронные фотоприемники* / С. С. Ветохин, И. Р. Гулаков, А. Н. Перцев, И. В. Резников.— М.: Атомиздат, 1979.— 192 с.
2. *Суббота-Мельник П. А., Скирда А. С.* Оптика и спектроскопия: применение электроники в оптических устройствах.— Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1982.— 44 с.
3. *А. с. 723391 СССР.* Устройство для повышения пороговой чувствительности фотомножителя / Д. Н. Говорун, И. И. Кондиленко, П. А. Коротков // *Открытия. Изобретения.*— 1980.— № 11.
4. *Говорун Д. Н., Коротков П. А.* Повышение пороговой чувствительности фотомножителей внешним магнитным полем / АН УССР. Ин-т молекуляр. биологии и генетики.— Киев, 1986.— 35 с.— Деп. в УкрНИИТИ 26.05.1986, № 1120-Ук86.
5. *Питание ФЭУ, работающего в режиме счетчика фотонов* / Г. С. Кватер, В. М. Коншин, Е. Г. Линдберг и др. / *Приборы и техника эксперимента.*— 1970.— № 3.— С. 212—213.
6. *Аппаратурный комплекс для исследования спектров КР биополимеров* / Д. Н. Говорун, И. В. Кондратюк, Я. Р. Мищук, Н. В. Желтовский // *Тез. докл. 4-го Всесоюз. координац. совещ. по спектроскопии полимеров.*— Минск, 1989.— С. 32.

Ин-т молекуляр. биологии и генетики АН УССР, Киев

Получено 22.01.90

УДК 535.375

© Д. Н. Говорун, И. В. Кондратюк, Я. Р. Мищук,
С. А. Самойленко, Н. В. Желтовский, 1990

УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАПИСИ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА БИОПОЛИМЕРОВ

Описана разработанная авторами лабораторная установка, предназначенная для автоматической прецизионной регистрации поляризованных спектров КР света биополимеров и их компонентов.

Сообщается о создании лабораторной установки, предназначенной для автоматической прецизионной регистрации поляризованных спектров комбинационного рассеяния (КР) света биополимеров и их компонентов.

В состав установки входят двойной монохроматор ДФС-24 с мо-