

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Константинова Игоря Олеговича «Синтез новых узкозонных донорно-акцепторных полупроводниковых полимеров для применения в солнечных фотоэлементах», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям «02.00.03 – Органическая химия», «02.00.06 – Высокомолекулярные соединения»

Солнечные фотоэлементы с объемным гетеропереходом на основе сопряженных донорно-акцепторных полимеров являются альтернативой кремниевых устройств. Изменение структуры донорных и акцепторных блоков таких полимеров позволяет точно настраивать их полупроводниковые свойства, а введение алкильных заместителей обеспечивает растворимость. Такое сочетание свойств позволяет создавать растворимые узкозонные полупроводниковые полимеры, пригодные для получения гибких фотоэлементов с использованием недорогих современных технологий.

Диссертация Константинова Игоря Олеговича посвящена созданию методов синтеза новых гетероароматических структур, разработке на их основе органических полимеров с поглощением в ближней ИК-области солнечного спектра, изучению возможности их применения в качестве материалов для высокоэффективных органических солнечных фотоэлементов с объемным гетеропереходом и исследованию их фото- и электрофизических свойств.

На основе органических полимерных материалов с поглощением в ближней ИК-области солнечного спектра могут быть созданы, не только

гибкие, но и прозрачные фотоэлементы, а также tandemные устройства с высокой эффективностью. Такое направление исследований является новым актуальным подходом к конструированию органических фотоэлементов.

К основным результатам и достижениям соискателя можно отнести следующее:

На основе доступных исходных соединений разработаны методы синтеза флюореновых производных [1,2,5]тиадиазоло[3,4-g]хиноксалина и тиено[3,4-b]пиразина и мономеров, содержащих различное количество атомов фтора.

Впервые предложен и осуществлен шестистадийный синтез новых конденсированных полицеклических акцепторных систем [1,2,5]тиадиазоло[3,4-i]дитиазоло[4,5-a:5',4'-c]феназина и дитиазоло[4,5-f:5',4'-h]тиено[3,4-b]хиноксалина, заключающийся в последовательном превращении стеариновой кислоты в 2,7-дибензотиазол-4,5-дион с последующим формированием пиразинового цикла в реакции с диаминами.

Предложен синтез дитиено[3',2':3,4;2",3":5,6]бензо[1,2-d]тиазола, посредством внутримолекулярной конденсации триарильного фрагмента в единую гетерополициклическую систему.

Показано, что на основе ранее неизвестного нафто[2,1-b:3,4-b']дитиофен-5,6-диил-бис(трифторметансульфоната) Pd-катализируемым кросс-сочетанием могут быть получены перспективные для фотовольтаики симметричные производные 5,6-бис(этилгексил)нафто[2,1-b:3,4-b']дитиофена и 5,6-флуорен нафто[2,1-b:3,4-b']дитиофена.

На основе синтезированных гетероароматических мономеров реакцией Стилле создана серия новых термически стабильных узкозонных (0,98-2,31эВ) сополимеров со строгим чередованием донорно-акцепторных звеньев. Изучены оптические и электрохимические свойства пленок полученных полимеров. Показана возможность настройки электронных уровней полимеров (ВЗМО, НСМО) путем введения различного числа

атомов фтора в полимерную цепь. Полученные полимеры поглощают в ИК-области спектра.

На основе узкозонных донорно-акцепторных сополимеров и фуллерена PC71BM созданы эффективные полимерные солнечные фотоэлементы с объемным гетеропереходом, обладающие интенсивным поглощением в ближней ИК-области.

Материал работы грамотно структурирован, изложен доступным и понятным языком. Автором пройден непростой путь от дизайна, разработки методов синтеза новых конденсированных гетероциклических мономеров и полимеров до готового электронного устройства. Созданные фотovoltaические ячейки имеют высокую эффективность (КПД 4.03–8.15%), что указывает на понимание автором тонких взаимосвязей между структурой и свойствами конденсированных гетероциклических систем.

Необходимо отметить, что создание таких материалов требует от экспериментатора высокого профессионализма.

Состав и строение всех синтезированных соединений убедительно доказано с помощью современных физических методов анализа: ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{19}F ИК-спектроскопии, элементного анализа, что не позволяет сомневаться в достоверности полученных результатов. Для определения молекулярно-массового распределения сополимеров использовалась гель-проникающая хроматография. Термическую стабильность полимеров устанавливали с помощью ТГА. Результаты работы широко освещены и представлены в 16 высокорейтинговых изданиях: *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry*, *Organic Electronics*, *Organic Electronics: Physics, Materials, Applications*, *Phys. Chem. Chem. Phys.* и др., что, несомненно, свидетельствует о высокой востребованности исследований.

Диссертационная работа Константинова И.О. по актуальности, объему, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности результатов и обоснованности научных положений и выводов соответствует п.9 и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

диссертациям (п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия и 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Старший научный сотрудник
лаборатории органического синтеза ФГБОУ ВО
«ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», к.х.н
e-mail: kostyuchenko@chemomsu.ru

Костюченко А.С.



Профессор кафедры органической химии
ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»,
доцент, д.х.н.
e-mail: kulakov@chemomsu.ru

Кулаков И.В.



Кафедра органической химии
ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»,
644077, г. Омск, проспект Мира, д. 55А,
телефон: +7(3812)642447
Подпись Костюченко А.С. и Кулакова И.В. заверяю:
Ученый секретарь ученого совета ФГБОУ ВО
«ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Ковалевская Л.И.

