

### ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Левитина Сергея Вадимовича на тему «Разработка методов получения и исследование структуры и свойств наночастиц хитозана, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

**Актуальность работы,** выполненной Левитиным С.В. определяется тем, что настоящее время во всем мире отмечается возросший интерес к хитину, хитозану и их производным. Это связано с комплексом ценных свойств данных биополимеров, которые обеспечивают широкую область их применения: изготовление продуктов питания, сельское хозяйство, защита окружающей среды, текстильная промышленность. Огромным потенциалом хитозан обладает в косметологии, косметической промышленности и, особенно в медицине, поскольку проявляет ранозаживляющие, противовоспалительные, антимикробные свойства и характеризуется высокой противогрибковой активностью. Однако свойства хитозана значительно меняются в зависимости от его молекулярной массы. Известно, что низкомолекулярный хитозан в отличие от исходного высокомолекулярного полимера, обладает более выраженной биологической активностью.

В этой связи большое количество работ посвящено разработке методов деструкции хитозана с целью получения низкомолекулярных препаратов, которые, в том числе, представляют интерес для модифицирования полимерных волокнистых материалов, предназначенных для медицинского применения. При этом большое значение, наряду с низкой молекулярной массой, имеет степень кристалличности полученных препаратов. Анализ современного состояния исследований в области научных и практических

аспектов получения и изучения свойств низкомолекулярного хитозана позволил автору обосновать постановку исследований и их направления.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа включает введение, основную часть, состоящую из литературного обзора, методического раздела, основных результатов и их обсуждения, а также заключение, список литературы из 170 наименований и лабораторный регламент на производство низкомолекулярного хитозана.

В литературном обзоре проанализирована обширная литература о структуре и свойствах хитина и хитозана, способах получения низкомолекулярного хитозана, рассмотрены особенности кислотно-каталитического гидролиза хитозана и обсуждены реологические характеристики его растворов. Кроме того, автор обобщает информацию о технологии получения нановолокнистых материалов методом электроформования, описывает особенности электроформования нановолокон на основе хитозана, а также приводит данные о биологической активности низкомолекулярного хитозана и материалов на его основе.

В методической части дана общая характеристика сырья и реактивов, описаны методы кислотно-каталитической деструкции хитозана, приведена методика приготовления формовочного раствора, формования пленок и нановолокон на установке Nanospider. Дана подробная информация о методах исследования молекулярной массы хитозана, реологических характеристик растворов, поверхности и структуры хитозановых материалов. Также автор приводит методики исследования цитотоксичности хитозансодержащих нановолокон и антимикробной активности нановолокнистых материалов на основе хитозана.

В экспериментальной части диссертации подробно обсуждаются основные результаты, касающиеся изучения процесса кислотно-каталитической деструкции хитозана. Левитин С.В. в своей диссертации ставит целью получение низкомолекулярных фракций хитозана, которые

характеризуются высокой степенью кристалличности, в связи с этим в работе подробно рассмотрены два способа деструкции – кислотно-каталитический гидролиз и гетерогенный кислотно-каталитический этанолиз. Сравнительные количественные характеристики получены впервые и характеризуются **научной новизной**. В результате проведенных исследований автор подчеркивает, что наиболее эффективным методом деструкции является гомогенный сернокислотный гидролиз, позволяющий получить продукт, диспергированный до наноуровня.

Во второй главе экспериментальной части **впервые** подробно изложены результаты изучения надмолекулярной структуры и свойств продуктов деструкции хитозана, исследованы их сорбционные свойства, а также показана возможность получения нанокристаллитов хитозана методом рекристаллизации из раствора.

Также автор приводит результаты исследования реологических характеристик растворов низкомолекулярного хитозана и его смесей с поливиниловым спиртом в различных растворяющих средах, при этом выявлены особенности зависимости вязкости растворов смесей хитозана различной молекулярной массы с поливиниловым спиртом от концентрации, что также представляет собой **научную новизну**. Определены условия получения нановолокнистого материала методом бескапиллярного электроформования из смесей низкомолекулярного хитозана и поливинилового спирта.

Подытоживая результаты проведенных Левитиным С.В. исследований, необходимо отметить их **практическую значимость**. А именно, разработаны принципы и параметры процесса получения нанокристаллитов хитозана, разработан процесс получения хитозансодержащих нановолокнистых материалов методом электроформования, а также определена их цитотоксичность и изучены антимикробные свойства.

Непосредственный **практический интерес** представляет лабораторный регламент получения низкомолекулярного хитозана, что характеризует

диссертанта не только как состоявшегося исследователя, но и как серьезного специалиста, способного осуществлять опытно-конструкторские разработки.

Следует отметить, что комплекс исследований, проведенный Левитиным С.В. с привлечением большого числа информативных методов, позволил решить поставленные в диссертации задачи. Материал диссертации изложен четко и логично.

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты исследований опубликованы в 12 печатных работах, в том числе две – в журнале, включенном в перечень ВАК, и две в журнале, включенном в базы данных Web of Science и Scopus.

Вместе с тем, по диссертации можно сделать несколько замечаний.

1. В своей работе автор приводит данные о кинетике деструкции хитозана в гидролизующих системах на основе только двух кислот (уксусная и серная), хотелось бы изучения влияния на процесс деструкции более широкого перечня кислот.
2. Отмечено, что гомогенный сернокислотный гидролиз хитозана является более эффективным по сравнению с уксуснокислотным, однако условия их проведения значительно различаются (гидролиз в растворе серной кислоты проводился при гораздо более высоких температурах -  $115^{\circ}\text{C}$ ), в связи с чем, полученные результаты сложно привести к «общему знаменателю».
3. Не до конца ясным остается вклад высокой степени кристалличности низкомолекулярного хитозана и его диспергированности до наноуровня в свойства нановолокнистого материала, полученного методом электроформования.

### **Заключение**

Высказанные замечания не снижают общей высокой оценки выполненной диссертационной работы, являющейся законченным научно-квалификационным трудом, в котором содержится решение задач снижения

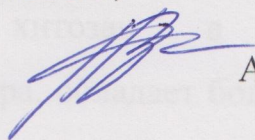
молекулярной массы хитозана, характеристики структуры и свойств продуктов деструкции, а также оценки возможности получения полимерных материалов медицинского назначения на основе низкомолекулярного хитозана.

Аннотация диссертации соответствует основным положениям работы, а публикации в полной мере отражают ее содержание. Тема диссертации отвечает паспорту научной специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Представленная диссертационная работа по объему, научному уровню и практической значимости отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Левитин Сергей Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Доцент кафедры «Химические технологии»  
Энгельсского технологического института  
(филиала) ФГБОУ ВПО «Саратовский  
государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.» ,

кандидат технических наук



Абдуллин Валерий Филарисович

Почтовый адрес организации  
413100, г.Энгельс,  
Площадь Свободы 17  
тел./факс: (8453) 95-35-53  
e-mail: [eti@techn.sstu.ru](mailto:eti@techn.sstu.ru)

Подпись к.т.н., доцента Абдуллина В.Ф. заверяю  
Директор ЭТИ (филиала) ФГБОУ ВПО  
«СГТУ имени Гагарина Ю.А.» ,  
д.х.н., профессор



И.Г. Остроумов