

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 1

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-15-2019-1698, Внутренний номер соглашения 05.604.21.0231

Тема: «Разработка полимерных связующих на основе бензоксазинов и композиционных материалов на их основе с повышенными тепло- и огнестойкостью»

Приоритетное направление:

Критическая технология:

Период выполнения: 22.11.2019 - 30.09.2020

Плановое финансирование проекта: 37.50 млн. руб.

Бюджетные средства 30.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 7.50 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Индустриальный партнер: Акционерное общество "НПК "Химпромминжиниринг"

Ключевые слова: бензоксазины, препреги, композиционные материалы, негорючесть, антипирены, мономеры, олигомеры, связующие, реология, кинетика отверждения

#### 1. Цель проекта

Целью проекта является комплексное исследование в области разработки новых технологичных связующих на основе бензоксазинов с повышенными тепло-, термо- и огнестойкостью и физико-механическими свойствами, в том числе:

- разработка ключевого компонента новых связующих - бензоксазиновых мономеров, включая технологию их синтеза, позволяющих получать непористые термореактивные полимерные матрицы термической полимеризацией без выделения низкомолекулярных летучих побочных продуктов с повышенным механическими свойствами, тепло- и огнестойкостью, в том числе с целью замещения менее технологичных фенол-формальдегидных связующих и препрегов и импортозамещения эпоксидных материалов;
- разработка на основе бензоксазиновых мономеров не менее двух рецептур связующих с технологическими свойствами, позволяющими перерабатывать их методами вакуумной инфузии и получать препреги на их основе;
- разработка и создание на основе бензоксазиновых мономеров двух видов армированных непрерывными волокнами материалов: доступного материала для интерьерных применений в транспорте и авиации с пониженной горючестью, выделением дыма и его токсичностью; материала для конструктивных элементов, характеризующихся дополнительно повышенными механическими свойствами и трещиностойкостью.

#### 2. Основные результаты проекта

На настоящем этапе выявлены и разработаны наиболее перспективные бензоксазиновые мономеры и технология их получения, разработаны методики их испытаний, экспериментальная установка для их получения. Также разработан ряд документов, регламентирующих порядок испытаний и экспериментальных исследований для выполнения на 2 этапе проекта. В ходе выполнения работ проведен Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, которая исследуется в рамках ПНИ, выбрано и обосновано направлений исследования. Разработан лабораторный технологический регламент получения бензоксазиновых мономеров, а также программы, методики исследовательских испытаний и комплект технической документации на лабораторную экспериментальную установку для их получения. Разработана Программа и методики экспериментальных исследований по отработке технологии получения композиционных материалов на основе разработанных связующих методом вакуумной инфузии.

В результате выполнения проекта будут разработаны программы и методики исследовательских испытаний по определению технологических характеристик бензоксазиновых связующих и экспериментальных образцов препрегов на их основе

(объемная усадка при отверждении не более 4%; температура отверждения не более 180 град С; время хранения препрега не менее 6 месяцев при 25 град С); физико-механических свойств, тепло-, термо-, и огнестойкости наилучших рецептур ненаполненных отвержденных полимерных матриц и экспериментальных образцов армированных композиционных материалов, а также программы и методики экспериментальных исследований по отработке технологии получения препрегов на основе разработанных связующих (температура стеклования сухого материала не менее 200°C, после кипячения в воде в течение 72 ч - не менее 150 °С; температура потери 5% массы образца должна быть не менее 300°C; остаток массы (выход кокса) при температуре 800 град С не менее 25%; кислородный индекс – не менее 30; материал соответствует категории стойкости к горению V-0 по стандарту UL-94 и требованиям стандарта FAR 25-853; механические свойства связующих для конструкционных материалов в отвержденном состоянии при изгибе: модуль упругости – не менее 4,0 ГПа, разрушающее напряжение - 150 МПа, относительное удлинение при разрушении - не менее 3,0%; механические свойства связующих для конструкционных материалов в отвержденном состоянии при растяжении: модуль упругости – не менее 4,0 ГПа, разрушающее напряжение - 100 МПа, относительное удлинение при разрушении - не менее 3,0%; тепло-, термо- и огнестойкость не хуже чем у материала для интерьерных применений).

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

не предусмотрены на настоящем этапе

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Бензоксазиновые связующие являются идеальным кандидатом для создания полностью отечественных связующих для высокотехнологичных полимерных композиционных материалов. Особый акцент в проекте сделан на получении на основе бензоксазинов высокопрочных, тепло-, термо- и огнестойких негорючих самозатухающих матриц с пониженным дымовыделением без использования галогенсодержащих соединений и наполнителей, а также низким водопоглощением. Молекулярный дизайн бензоксазиновых мономеров ориентирован в том числе на низкую сырьевую себестоимость и использование доступных крупнотоннажных исходных реагентов, преимущественно производимых в РФ.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Реализация проекта создаст научную основу для последующего организации в России производства бензоксазиновых мономеров и позволит уйти от импортной зависимости в области связующих для высокотехнологичных конструкционных полимерных композиционных материалов.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Создание экспериментальной лабораторной установки синтеза бензоксазиновых мономеров и крупнейшие в РФ производственные мощности промышленного по производству углеродного волокна, тканей и препрегов позволят в краткосрочной перспективе обеспечить импортнонезависимость в области авиационных препрегов для изготовления элементов внутренней отделки для гражданской авиации и транспорта, а также создать универсальное доступное отечественное связующее для получения конструкционных материалов, не уступающих по своим характеристикам эпоксиодно-аминным связующим.

### **7. Наличие соисполнителей**

не предусмотрены

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

\_\_\_\_\_  
Проректор по науке  
(должность)

**Руководитель работ по проекту**

\_\_\_\_\_  
профессор  
(должность)

М.П.



  
(подпись)

Щербина А.А.  
(фамилия, имя, отчество)

  
(подпись)

Киреев В.В.  
(фамилия, имя, отчество)



## АНАЛИТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1. Оплата труда работников

п/п	ФИО	Год рождения	Должность	Ученая степень	Вид договора (трудовой договор, договор гражданско- правового характера)	Кол-во месяцев работы по проекту	Загрузка по времени на выполне ние ПНИ (проекта), в % от общей загрузки сотрудника
1.	Биллченко Юлия Викторовна	1980	доцент	Кандидат	трудовой	1	30
2.	Воробьева Виктория Вячеславовна	1995	ассистент	без ученой степени	трудовой	1	30
3.	Горбунова Ирина Юрьевна	1959	профессор	Доктор	трудовой	1	50
4.	Горлов Михаил Владимирович	1990	ассистент	Кандидат	трудовой	1	20
5.	Есин Андрей Сергеевич	1992	главный специалист	без ученой степени	трудовой	1	15
6.	Киреев Вячеслав Васильевич	1938	профессор	Доктор	трудовой	1	50
7.	Кирилов Владислав Евгеньевич	1997	учебный мастер	без ученой степени	трудовой	1	15
8.	Коленченко Александр Андреевич	1995	программист 2-й категории	без ученой степени	трудовой	1	15
9.	Кузмич Анастасия Анатольевна	1996	инженер 1 кат.	без ученой степени	трудовой	1	30
10.	Онучин Денис Вячеславович	1986	начальник унтп	Кандидат	трудовой	1	30
11.	Панфилова Дарья Викторовна	1992	ведущий инженер	Кандидат	трудовой	1	5
12.	Сиротин Игорь Сергеевич	1988	доцент	Кандидат	трудовой	1	50
13.	Тарасов Илья Витальевич	1996	главный специалист	без ученой степени	трудовой	1	20
14.	Тупиков Антон Сергеевич	1992	заведующий лабораторией	без ученой степени	трудовой	1	10
15.	Филатов Сергей Николаевич	1981	профессор	Доктор	трудовой	1	10

## Распределение затрат на оплату труда

п/п	Сумма оплаты труда за отчетный период, без учета страховых взносов на ФОТ (тыс. руб.)
1.	85
2.	70
3.	666,4
4.	70
5.	10
6.	671,4
7.	22
8.	22

9.	22
10.	100
11.	7,25
12.	1755,63043
13.	91
14.	22
15.	23
<b>Итого</b>	<b>3637,68043</b>

## 2. Материалы

п/п	Наименование статей	Стоимость (тыс.руб.)
1.	Сырье, материалы, комплектующие, использованные для проведения исследований (испытаний)	0
2.	Производственный инвентарь, инструменты, спецодежда и др. объекты, приобретенные для выполнения исследований (испытаний)	0
3.	Топливо, вода, энергия всех видов, израсходованные на выполнение исследований (испытаний)	0
<b>Итого</b>		<b>0</b>

## 3. Оборудование

п/п	Наименование оборудования	Реквизиты документов, подтверждающих приобретение оборудования (дата и номер договора; дата и номер товарной накладной; дата и номер платежного поручения)	Дата ввода оборудования в эксплуатацию	Стоимость (тыс.руб.)
1.	Настольный ЯМР-спектрометр NMRReady60PRO 1H/31P с проточным модулем	договор от «29» ноября 2019 г. № 11.36-Р-1.5-1960/2019; Товарная накладная №197 от «4» декабря 2019 г. платежное поручение № 880456 от 24 декабря 2019 г.	10.12.2019	6583000
2.	Реактор 100 л стекла НЕВ-100	договор от «20» декабря 2019 г. № 4298 11.36-Р-1.5-1969/2019 Товарная накладная № УТ-2057 от «25» декабря 2019 г. платежное поручение № 288481 от 27 декабря 2019 г.	25.12.2019	342664
3.	Термостат (термокриостат) GDSZ-5040	договор от «20» декабря 2019 г. № 4298 11.36-Р-1.5-1969/2019 Товарная накладная № УТ-2057 от «25» декабря 2019 г. платежное поручение № 288481 от 27 декабря 2019 г.	25.12.2019	346671
4.	Роторный испаритель R5003КЕна 50 л	договор от «20» декабря 2019 г. № 4298 11.36-Р-1.5-1969/2019 Товарная накладная № УТ-2057 от «25» декабря 2019 г. платежное поручение № 288481 от 27 декабря 2019 г.	25.12.2019	277200
<b>Иное оборудование</b>				<b>738208</b>
<b>Итого</b>				<b>8287743</b>

## 4. Оплата работ, выполняемых соисполнителями проекта

п/п	Наименование организации - соисполнителя	Реквизиты документов, подтверждающих выполнение и оплату работ соисполнителей (дата и номер договора; дата и номер акта о выполненных работах; дата и номер платежного поручения)	Стоимость (тыс.руб.)
1.			0
<b>Итого</b>			0

**5. Прочие прямые расходы. Расходы на командировки исполнителей проекта от организации - Получателя субсидии**

п/п	ФИО сотрудника	Цель командировки	Место командирования (страна/город/название организации)	Стоимость (тыс.руб.)
1.				0
<b>Итого</b>				0