

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.577.21.0014

Тема: «Исследование и разработка технологии производства многофункциональных нанофильтрационных металлокомпозитных мембран, выдерживающих экстремальные условия эксплуатации.»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем

Критическая технология: Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов

Период выполнения: 05.06.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 88.50 млн. руб.

Бюджетные средства 43.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 45.00 млн. руб.

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

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью «Центр медицинских проектов»

Ключевые слова: Фильтрующий модуль, фильтрующий элемент, нанофильтрация, микрофильтрация, металлокомпозит, проницаемая мембрана.

#### 1. Цель проекта

- 1) Создание нанофильтрационных металлокомпозитных мембран, выдерживающих экстремальные условия эксплуатации.
- 2) Разработка технологий формирования нанофильтрационных металлокомпозитных мембран; разработка рекомендаций для выполнения продолжающих опытно-конструкторских работ; конечным продуктом, создаваемым с использованием результатов проекта, являются нано- и микрофильтрационные модули (элементы), выдерживающие экстремальные условия эксплуатации; роль проекта и его результатов в решении проблемы, указанной в предыдущем пункте, является критической.

#### 2. Основные результаты проекта

В ходе проекта теоретически показана возможность создания надёжных ультрафильтрационных мембран из металла и керамики, выдерживающих экстремальные условия эксплуатации. В ходе патентных исследований выявлены области наиболее вероятного получения охранноспособного результата. Описаны основные подходы к созданию НММ, разработаны технические требования на исходные порошки для изготовления НММ и проекты лабораторных технологий изготовления НММ. В соответствии с разработанными техническими требованиями отобраны и исследованы исходные порошковые материалы для изготовления НММ. Выявлены коммерческие порошковые материалы пригодные для создания НММ. Определено давление прессования, оптимальное для формирования трубчатых пористых подложек НММ, равное  $100 \pm 10$  МПа. Исследована зависимость параметров поровых каналов трубчатых пористых подложек НММ от гранулометрического состава исходных материалов, показано, что для выбранных материалов пористость плоского сечения составляет от 38 до 44%. Установлено, что рост среднего размера частиц исходного порошка приводит к уменьшению однородности пор подложки и увеличению доли пор неправильной формы, что может оказывать негативное влияние на селективность и производительность конечных НММ. Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы НММ и вспомогательное оборудование: инструмент и оснастку для изготовления НММ, корпус трубчатого фильтра для проведения токсикологических испытаний.

- 1) Технологические процессы, выбранные для создания металлических пористых подложек и селективных слоёв НММ, требуют проработки собственно технологических моментов изготовления НММ, для перехода к экспериментальной фазе исследований требовалось разработать эскизную конструкторскую документацию на образцы НММ, а кроме того разработки проектов технологических регламентов уже на первом этапе работ.
- 2) Новизна применяемых технологических решений заключается в создании металлических нанофильтрационных мембран из

стали и (или) титана, а также в применении метода магнетронного ионно-плазменного напыления для создания металлического селективного слоя с улучшенными эксплуатационными характеристиками на поверхности подложки.

3) В ходе выполнения первого и второго этапов проекта были выполнены все работы, предусмотренные планом графиком и техническим заданием на выполнение проекта, а также разработаны все документы, предусмотренные техническим заданием. А именно, были разработаны:

- эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец корпуса трубчатого фильтра для токсикологических испытаний;
- отчёт о патентных исследованиях;
- проект лабораторного технологического регламента изготовления листовых НММ с керамическим селективным слоем;
- проект лабораторного технологического регламента изготовления листовых НММ с металлическим селективным слоем;
- проект лабораторного технологического регламента изготовления трубчатых НММ с металлическим селективным слоем;
- эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы фильтроэлементов на основе НММ трубчатого типа;
- эскизная конструкторская документация на технологическую оснастку для получения трубчатых металлических пористых подложек НММ;
- эскизная конструкторская документация на технологическую оснастку для получения листовых металлических пористых подложек НММ.

Разработанная документация соответствует нормативным требованиям, указанным в техническом задании.

4) Методы создания нанофильтрационных металлокомпозитных мембран, разрабатываемые в рамках данного проекта соответствуют мировому уровню. Лидером в области исследований в сфере металлических фильтров подобных разрабатываемым в проекте является компания Entegris Inc. (США). Сравнение предлагаемой нами технологии и параметров фильтров, которые потенциально можно получить с её помощью, с достижениями данной компании показывает адекватность избранного направления исследований, а также соответствие разрабатываемой технологии лучшему мировому уровню.

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

В ходе выполнения работ по первому и второму этапа проекта охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности получено не было.

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

1) Фильтрующие элементы на основе разрабатываемых технологий могут быть использованы для микро- и нанофильтрации горячих коррозионно-активных сред.

2) Данные фильтрующие элементы могут найти применение в качестве высокоэффективных фильтров в химических и микробиологических производствах, в качестве фильтров тонкой очистки в ряде технологических процессов пищевых производств, в процессах мембранной стерилизации, а также процессах очистки теплоносителя в контурах охлаждения ядерных реакторов.

3) Результаты проекта будут способствовать дальнейшему развитию технологии изготовления композиционных металлокерамических мембран и фильтрующих элементов на их основе. В связи с улучшенными характеристиками данных фильтрующих элементов, возможно их внедрение в ряде новых отраслей, в которых применение мембранных технологий в настоящее время ограничено в виду высокой температуры среды в сочетании с высокими механическими нагрузками.

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

Использование фильтрующих элементов, создаваемых на основе разрабатываемой технологии, повысит срок эксплуатации фильтрующих элементов, снизит энергоёмкость технологических процессов, в которых они будут использоваться, а кроме того, повысит надёжность таких систем. Повышение надёжности очистных систем приведёт к снижению экологических рисков использующих их производств.

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

1) Коммерциализация результатов проекта возможно следующими путями:

- использование результатов для производства новых фильтрующих элементов и их внедрение в технологические процессы организации-индустриального партнёра;
- использование результатов для производства новых фильтрующих элементов и их последующей реализации;
- лицензирование деятельности сторонних организаций.

2) На основе результатов проекта будут созданы новые типы фильтрующих элементов, различных геометрических форм, выдерживающие экстремальные условия эксплуатации; предполагаемые или фактические рынки сбыта (с указанием сегмента, емкости и доли рынка и прогноза развития рынков сбыта на 5 лет), прогнозируемые или фактические объёмы продаж на внутреннем и внешнем рынках, предполагаемые сроки окупаемости.

## 7. Наличие соисполнителей

1) В работе по проекту в качестве соисполнителей привлекались следующие организации:

- ООО «Центр «Атоммед»;
- ООО «Нанопор»;
- ОАО «ВНИИНМ»;

2) Перечисленные соисполнители привлекались в 2014 и 2015 годах.

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

Ректор

(должность)

Руководитель работ по проекту

Ведущий научный сотрудник

(должность)

М.П.



Колесников В.А.

(фамилия, имя, отчество)

Королева М.Ю.

(фамилия, имя, отчество)