

Проект МНТЦ # А-1605

Разработка высокоэффективных фильтрующих систем на основе супертонкого базальтового волокна для очистки высокоактивных аэрозолей и создание технологического цикла производства фильтров для эксплуатации на атомных станциях

**Итоговый отчет о выполнении проекта
в период с 1 января 2009 по 30 сентября 2011**

Головной институт: Национальная научная лаборатория им А. Алиханяна
(Ереванский Физический Институт)
Ул. Братьев Алиханян 2,0036, Ереван, Армения

Институт соисполнитель: Центр по изучению проблем нераспространения оружия
массового поражения
Ул. Пушкина, 25,0010, Ереван, Армения

Руководитель проекта АРУТЮНЯН ВАЧАГАН
Доктор физ- мат наук



17 November, 2011

1. Цель Проекта, объем работ и технический подход к их выполнению

Основная цель Проекта – создать высокоэффективную фильтрующую систему на основе супертонких базальтовых волокон для очистки радиоактивных аэрозолей на Армянской АЭС, а также разработать технологический цикл изготовления фильтров. Эта проблема очень актуальна в связи с ростом требований к охране окружающей среды от радиоактивных загрязнений, связанных с работой АЭС, что является одной из главных задач радиационной безопасности, и в последние годы ужесточаются допустимые нормы радиоактивных выбросов с атомных станций. Для этого необходимы дешевые фильтрующие материалы с высокой эффективностью очистки. Супертонкое базальтовое волокно можно успешно применять в атомной энергетике для очистки радиоактивных аэрозолей. В направлении проводятся многочисленные работы в Европейских странах, в России и в других государствах пост советского пространства, основывающих свою энергетическую политику на эксплуатации АЭС. На атомных станциях наибольшее применение имеют фильтрующие материалы, состоящие из ультрадисперсных волокон полимерных смол, нанесенных на тканевую подложку (фильтры Петрянова, ФП), они имеют высокую эффективность при сравнительно низком аэродинамическом сопротивлении. При нормальной эксплуатации АЭС, когда радиоактивные выбросы представлены в основном аэрозолями с размером частиц 1-20 мкм с низкой концентрацией порядка 0,1-0,5 мг/м³, фильтры Петрянова функционируют достаточно эффективно. Фильтры ФП на АЭС меняются ежегодно. Замена фильтров Петрянова сложная и дорогостоящая операция. Кроме того, вопросы утилизации использованных фильтров до сих пор не решены. Их нельзя сжигать из-за выделения токсичных веществ. При их захоронении остаются открытыми вопросы пожароопасности, выделения токсических веществ и, кроме того, они занимают большие объемы.

Научно-технические разработки в рамках Проекта позволят не только создать дешевые высокоэффективные фильтры, но и разработать технологическую основу их изготовления на основе модифицированного супертонкого базальтового волокна и применить их на Армянской АЭС.

Научно-исследовательские работы, проведенные в рамках проекта, необходимы для решения целого комплекса задач, связанных с разработкой фильтрующих систем.

В рамках Проекта # А - 1605 было запланировано выполнение 5 задач:

1. Изучение физико-химических закономерностей поведения широкого спектра аэрозолей при фильтровании с применением различных фильтровальных сред.
2. Исследование процесса фильтрации газо-воздушной среды в супертонком базальтовом волокне.
3. Разработка и изготовление экспериментального блока по очистке воздуха.
4. Получение лицензии для эксплуатации на АЭС фильтров на основе сверхтонкого базальтового волокна.
5. Разработка технологии изготовления фильтров на основе супертонкого базальтового волокна.

Проект реализовывался в лаборатории радиационной физики (ЕрФИ), в лаборатории радиационного мониторинга на территории пос. МЕЦАМОР и в допустимой зоне ААЭС, лаборатории аналитической химии (ЕГУ), на заводе “Камни и Силикаты” г. РАЗДАН.

Специально для проведения исследований участниками были разработаны два экспериментальных стенда, моделирующих процессы очистки газов и реально радиоактивных аэрозолей.

Существенную роль в выполнении задач Проекта сыграл правильный выбор базальтового материала, т. е. химический состав базальта. Получение супертонкого базальтового волокна зависит от его примесного состава. Наблюдения показали, что наиболее приемлемым из типичных пород базальта является базальт из месторождения Котайского района, а не из Севанского бассейна, как принято приводить в литературе.

В 2003 году Армянской компанией (завод “Камни и Силикаты”) было налажено производство супертонкого базальтового волокна со следующими характеристиками:

- Средний диаметр волокна 2-3 мкм
- Плотность 20-23 кг/м³
- Влажность 2%
- Температура применения от -260⁰С до +750⁰С

2. Итоги выполнения работ по Проекту

2.1. Объем деятельности в соответствии с Планом работ

Задача Подзадача	Начало (квартал)	Окончание (квартал)	Статус/Комментарии
Задача 1	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 1.1	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 1.2	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 1.3	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 1.4	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 1.5	1	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Задача 2	2	8	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 2.1	2	4	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 2.2	5	6	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 2.3	7	8	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Задача 3	2	10	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 3.1	2	3	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 3.2	3	4	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 3.3	4	8	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 3.4	5	10	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Задача 4	5	11	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 4.1	5	9	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 4.2	5	10	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 4.3	6	10	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 4.4	7	11	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом

Задача 5	5	11	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 5.1	5	11	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом
Подзадача 5.2	5	11	Выполнена в соответствии с Рабочим Планом

2.2. Итоги выполнения работ по отдельным задачам

Задача 1: Изучение физико-химических закономерностей поведения широкого спектра аэрозолей при фильтровании с применением различных фильтровальных сред.

Подзадача 1.1.: Изучение инерционного эффекта, обусловленного различием в плотности аэрозольных частиц и газа-носителя, при изменении направления потока газа, или в случае флуктуации градиентов скорости в его поперечном сечении.

▪ Состояние дел на момент начала реализации Проекта

Базальты – основные каменные породы вулканического происхождения – практически повсеместно распространены в земной коре. Базальтовые волокна широко известны и применяются в строительстве, машиностроении, судостроении, энергетике.

Обезвреживание, очистка газовых выбросов и аэрозольных смесей различными сорбентами, является важной задачей во многих отраслях, в том числе и в ядерной промышленности, включая эксплуатацию АЭС. В области адсорбционной техники один из перспективных подходов основан на применении пространственно организованных аппаратов с регулярной упаковкой планарных сорбирующих материалов “активных фильтров”.

К материалам сорбентов, в зависимости от условий их применения, предъявляются самые различные требования. Такие как радиационная, термическая, химическая устойчивость, долговечность, регенерация и восстановление с целью многократного применения и др. Базальтовые волокна (БВ) в полной мере удовлетворяют этим требованиям. Однако для решения задач Проекта предстояло существенно дополнить информацию о химическом составе базальта, ввести в эксплуатацию новое экспериментальное оборудование, создать современную базу данных и пакет программ для проведения измерений, расчета и специальной обработки данных.

С учетом существенного расширения электрофизических измерительных комплексов необходимо было реконструировать рабочие помещения лабораторий, оборудовать места для приборов и вспомогательного оборудования, систем воздухо- и пробозабора в химических лабораториях, компьютерных коммуникаций, коммутировать все техническое и научное оборудование по группам двух организаций (YerPhI, NPC).

Выполнение работы

Проведен предварительный отбор образцов из базальтовых пород и сравнительный анализ.

Из литературы известно, что как для всех кремний содержащих (цеолиты, граниты, силикатные стекла) материалов, так и для базальта, многие его физико-химические свойства определяются соотношением оксидного содержания SiO_2/Al_2O_3 и примесных атомов его элементарной ячейки.

Содержание основных оксидов в исследованных горных породах находится в следующих пределах в масс. %: SiO_2 -43-58%; TiO_2 -1-2%; Al_2O_3 - 11-20%; $FeO+Fe_2O_3$ -8-16%; MgO - 4-12%; CaO - 7-13%; $Na_2O + K_2O_3$ - 2-4 %.

Показано, что с увеличением содержания оксида алюминия наблюдается улучшение механических свойств волокон. Это и говорит в пользу того утверждения, что базальты не всех месторождений пригодны для получения базальтовых непрерывных волокон (БНВ).

Установлено, что волокна с большим содержанием Al_2O_3 имеют большую термостабильность. Наряду с вязкостью, важными критериями, определяющими пригодность сырья для получения непрерывных волокон, является температура верхнего предела кристаллизации (Т в.п.к.) и температурный интервал выработки волокон (Т и.в.в.).

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Проведено сравнение базальтовых пород и даны необходимые рекомендации для сотрудников завода, занимающихся плавкой, для возможного получения супертонких волокон с определенными размерами. В волокнах с пониженным содержанием оксида алюминия присутствуют, преимущественно, структурные элементы с немостиковыми атомами кислорода (цепи, изолированные тетраэдры SiO_4). Установлено, что большая часть структуры волокон с высоким содержанием оксида алюминия состоит из трехмерных сеток на основе кремний - и алюминий-кислородных соединений.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Саргсян Геворг	1	32
Ханданян Роберт	1	20
Чичян Вазген	1	40
Закинян Мариетта	2	8
Киракосян Эрик	2	32
Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	20
Григорян Норик	1	20
Ерицян Грант	1	5
Акопян Тигран	2	11

Подзадача 1.2.: Изучение влияния диффузии, обусловленной переносом молекул в направлении более низкой концентрации

Состояние дел на момент начала реализации Проекта

К началу Проекта в известных теориях фильтрации учитывали изменения эффективности улавливания, проникновения монодисперсных аэрозолей через стекловолнистые фильтры и коэффициенты проскока определялись весовым методом, пренебрегая другие присутствующие эффекты.

Теоретическое изучение диффузионного осаждения от проникающего размера частиц для супертонких базальтовых волокон недостаточно изучено.

Выполнение работы

Теоретически изучены различные модели, где установлено, что осаждение субмикронных аэрозольных частиц из потока на супертонких волокнах при скорости течения воздуха (газа) порядка нескольких см/с происходит в результате броуновского смещения частиц с линий тока, причем с ростом радиуса частиц кривая зависимости проскока их через фильтр проходит через максимум, обусловленный влиянием “собственного” размера частиц на осаждение их за счет эффекта “зацепления”, когда центр частицы проходит по линии тока на расстоянии от поверхности волокна, меньшем радиуса частицы. Максимум проскока частиц при фиксированной скорости течения воздуха (газа) соответствует наихудшим условиям очистки. По оценкам наиболее проникающего размера r^* была оценена эффективность фильтров из базальтового волокна. При вычислении радиуса частиц, соответствующего максимуму проскока, необходимо учитывать “собственный” размер частиц-0.01 -5мкм.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Исследование диффузионного осаждения аэрозольных частиц на супертонких базальтовых волокнах на модели волокнистого фильтра – системы параллельных волокон, расположенных нормально направлению потока, показало, что аналитическое решение интегральных уравнений представляет большой объем работы, но в итоге, для полного потока частиц получаем соотношение, отражающее факт зацепления частиц на волокнах. Следовательно, для увеличения эффективности фильтров необходимо добиваться уменьшения радиуса фильтрующего волокна.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Аветисян Аида	1	2
Агаджанян Нарине	1	20
Арзуманян Виген	1	32
Атоян Вовик	1	25
Гаспарян Карен	1	4
Хачатрян Анна	2	24
Саакян Арам	1	20

Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	20
Григорян Норик	1	20

Подзадача 1.3.: Изучение влияния диффузии, обусловленной переносом молекул в направлении более низкой концентрации.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

Из задач Проекта стало ясно, что испытания фильтров желательно проводить по монодисперсным аэрозолям, чтобы, зная точные размеры частиц, можно было рассчитать степень эффективности. Коэффициент проскока монодисперсных аэрозолей с увеличением скорости должен увеличиваться, достигая максимума, а затем при дальнейшем росте скорости - уменьшаться, так как возрастает влияние инерции. Теоретические расчеты процесса были сделаны с учетом этого явления.

▪ **Выполненные работы**

Установлено, что эффективность сверхтонкой очистки аэрозольных частиц и газов от взвешенных микронных частиц высока, когда, волокна и поры фильтра имеют размеры порядка десятых и сотых долей микрона. При столь малых размерах волокон и пор на осаждение частиц оказывают влияние сил Ван-дер-Ваальса, и при малой скорости течения аэрозоля это влияние может быть значительным.

Было учтено, что при приближении частиц к поверхности волокна на них действует Ван-дер-ваальсово притяжение, и они оседают под действием силы тяжести.

Моделирование процесса фильтрации, а также расчет коэффициента захвата- осаждения проведен на примере модельного фильтра, представляющего собой гексагональную систему параллельных волокон, ориентированных нормально к направлению потока.

Показано что при существенном влиянии гравитации значение коэффициента захвата без учета ван-дер-ваальсова взаимодействия оказывается отрицательным, что лишено физического смысла и, следовательно, в этом случае рассматривать влияние седиментации на осаждение частиц без учета сил Ван-дер-Ваальса неправомерно. При фильтрации потока аэрозоля, направленного сверху вниз, ван-дер-ваальсово взаимодействие усиливает седиментационное осаждение и проявляется тем в меньшей степени, чем заметнее гравитация.

В силу восходящего потока крупных не броуновских и безынерционных частиц, именно молекулярное притяжение должно компенсировать влияние гравитационной седиментации частиц, которое проявляется в “убегании” частиц вниз от волокна, т. е. в смещении центра частицы с линией тока около его донной части. Особенно наглядно ван-дер-ваальсово притяжение к волокнам фильтра при малой скорости потока, что представляет большой интерес для практики, так как при малой скорости восходящего потока седиментация частиц существенно снижает эффективность их улавливания.

Для наглядного теоретического исследования седиментационного осаждения на волокнах выбран такой режим фильтрации, в котором влияние инерции, диффузии и электрических эффектов пренебрежимо мало. Проведенные расчеты коэффициента захвата

незаряженных сферических безынерционных частиц в отсутствие диффузии около волокна, расположенного нормально к потоку газа, показали, что величина коэффициента захвата с ростом радиуса волокна стремится к нулю.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Теоретические исследования позволили сделать следующий вывод: определенный характер действия ван-дер-ваальсовых сил в аэрозолях и высокая чувствительность коэффициента захвата к изменению скорости потока и скорости седиментации, а также к направлению скорости взаимной ориентации волокон и к плотности упаковки системы волокон, является основанием для вклада сил Ван-дер-Ваальса в осаждение частиц субмикронных размеров на волокнах, поскольку значение величины коэффициента захвата тем больше, чем меньше частицы.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	23
Григорян Норик	1	20
Саргсян Геворг	1	32
Макарян Армен	1	10
Парсян Аракся	1	20

Подзадача 1.4.: Изучение ситового эффекта, который имеет место в случае одинакового размера аэрозольных частиц и пор материала фильтра.

Состояние дел на момент начала реализации Проекта

Продолжены изучения физических моделей, влияющих на повышение эффективности фильтрующих материалов. Как известно, не всегда теория фильтрации учитывает изменения эффективности улавливания частиц с изменением их концентрации. Действительно, изменение коэффициента проскока нельзя установить до тех пор, пока количество частиц в единице объема не станет настолько значительным, что произойдет заметная коагуляция еще до поступления аэрозоля в фильтр.

▪ **Выполненные работы**

Установлено, что для нановолокнистых супертонких базальтовых фильтров необходимо учитывать эффект скольжения газа по поверхности волокон, из-за которого величина силы сопротивления, действующая на волокно, уменьшается. Количественно это влияние характеризуется числом Кнудсена $Kn = \lambda / a$ - отношением длины свободного пробега молекул аэрозоля к радиусу волокна **a**, причем, для нановолокнистых фильтров число

Кнудсена может достигать значений порядка единицы, при которых, как известно, методы решения задач свободномолекулярного течения становятся неприменимыми.

При вычислении силы сопротивления, действующего на волокно, поправка на эффект скольжения находится из условия, что на поверхности волокна тангенциальная скорость течения не равна нулю.

Линейная зависимость сохраняется до довольно больших чисел Кнудсена. Учитывая симметрию течения в упорядоченной решетке параллельных волокон, рассмотрена область скольжения газа. При проведении расчетов исходили из условия, что скольжение газа на тонких волокнах происходит на поверхности с безразмерным радиусом.

1. Сопротивление нановолокна в однородном ряду

С целью проверки применимости метода фундаментальных решений к определению перепада давления с учетом эффекта скольжения была рассчитана сила сопротивления волокна в однородном ряду. Этот случай в литературе изучен наиболее подробно, для него известно аналитическое решение, имеются данные численного моделирования. Нами были рассчитаны значения силы сопротивления для случая $K_n = 0$, и было уточнено значение $\tau = 1,205$ (вместо ранее использованного в работах расчетного значения $\tau = 1,15$).

2. Сопротивление нановолокна в неоднородном ряду

Из зависимости силы сопротивления, действующей на одно волокно в паре от угла поворота, следует, что ориентация пар волокон относительно направления потока и величина зазора между ними существенно влияют на силу сопротивления, но в меньшей степени влияют на величину поправки к силе за счет эффекта скольжения газа. Наиболее заметно уменьшение силы сопротивления за счет скольжения газа проявляется для раздвинутых пар при повороте от $\varphi = 0^\circ$ до $\varphi = 90^\circ$. В случае соприкасающихся волокон величина поправки на скольжение меньше, чем для раздвинутых волокон и слабее зависит от угла поворота φ .

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Результаты могут быть использованы при оценке радиуса нановолокон методом газопроницаемости слоя волокон при двух различных значениях длины свободного пробега молекул газа или аэрозольных частиц.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	20
Григорян Норик	1	20
Погосян Нелли	4	8
Гавальян Васак	2	10
Оганесян Агаси	1	30
Петросян Алфред	1	30
Саакян Арам	1	20
Хачатрян Гриша	1	25
Багдасарян Валерий	1	10
Тароян Саргис	4	20

Подзадача 1.5.: Изучение эффекта зацепления, когда аэрозольные частицы захватываются из линий потока.

▪ Состояние дел на момент начала реализации Проекта

В начале Проекта не была полной ясности, какие параметры теории фильтрации имеют важное значение в условиях работы фильтров, так как в отношении волокнистых фильтров теория дает, в основном, качественную оценку, а производство фильтрующих материалов ведется методом отбора на основе практического опыта.

▪ Выполненные работы

Для теоретического исследования эффекта зацепления на волокнах выбран такой режим фильтрации, при котором влияние инерции, диффузии и электрических эффектов пренебрежимо мало. Проведены расчеты коэффициента захвата незаряженных сферических безынерционных частиц в отсутствие диффузии около волокна, расположенного нормально к потоку газа.

Проведен анализ механизмов захвата аэрозольных частиц. При фильтрации аэрозолей через макропористые среды дисперсии аэрозольная фаза осаждается на макрозернах за счет диффузионного, инерционного и эффектов зацепления. Был произведен расчет коэффициента фильтрования (очистки) аэрозолей макрозернистыми фильтрами с учетом зацепления на поверхности базальтовых волокон. Расчет коэффициентов зацепления проводился по “капиллярной” модели с учетом гипотезы Прандтля-Тейлора, согласно которой в ядре турбулентного потока, вплоть до ламинарного подслоя, массовый перенос вещества осуществляется за счет турбулентной диффузии, а в ламинарном подслое, вблизи стенок канала, за счет зацепления.

При исследовании эффектов важным фактором является нуклидный состав исследуемых аэрозольных фракций, который не был проведен до начала Проекта.

Для определения радионуклидного состава аэрозолей, присутствующих в воздухе помещений и выбросов, на Армянской АЭС, была создана база данных, характеризующая величину и радионуклидный состав аэрозолей, содержащихся в выбросах в атмосферу и в воздухе вентсистем станции.

Как показали расчеты, наибольший процентный вклад в активность аэрозолей вносят радионуклиды коррозионного происхождения (^{60}Co и $^{110\text{m}}\text{Ag}$), а также продукт деления урана ^{137}Cs .

В 2009 году в вентилиационной системе **2В4** было зафиксировано содержание Co-58 (Max=193)

Метод пакета фильтров позволил анализировать частицы радиусом от 0.05 до 3 мкм. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с другими известными методами определения дисперсности, так как позволяет отбирать пробы при высоких линейных скоростях фильтрации, превышающих 1 м/с.

Радиоактивный аэрозоль генерировали с помощью специального распылителя из суспензии латекса в дистиллированной воде. Его смешивали с очищенным и подогретым воздухом и направляли на исследуемый фильтр. Скорость фильтрации определяли по перепаду давления на фильтре. Проскок аэрозоля определяли по отношению концентраций

частиц после и до фильтра. Были исследованы фильтрующие материалы: ФПА-70-0,1 и ФПА-70-0,4, которые используются в качестве первого и второго слоев в пакете фильтров для анализа дисперсности аэрозолей. Получены зависимости эффективности улавливания частиц радиусом от 0,5 до 10 мкм в диапазоне скоростей 0,8-2,5 м/с. Погрешность при определении состава радионуклидов не превышала 5 %.

Полученные результаты обрабатывались с помощью специальной разработанных программ.

С помощью этой методики был исследован дисперсный состав аэрозолей в воздухе помещений зоны контролируемого доступа Армянской АЭС и определен основной радионуклидный состав аэрозолей: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{54}Mn , $^{110\text{m}}\text{Ag}$.

Анализ данных, показал, что основной процент частиц (90,8%) обладает диаметром от 0,9 до 4,7 мкм, частицы с диаметром от 4,7 до 9,9 мкм составляют 8,7%, а частицы с диаметром более 9,9 мкм – 0,5%.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Проведен подробный анализ механизмов захвата аэрозольных частиц при фильтрации аэрозолей через макропористые среды дисперсии как за счет диффузионных, инерционных, седиментационно ситовых, а также эффектов зацепления.

Исследованы зависимости коэффициента фильтрования в фильтрующих системах от их параметров.

Определен радионуклидный состав аэрозолей, присутствующих в воздухе помещений и выбросов, на Армянской АЭС.

Создана база данных, характеризующая величину и радионуклидный состав аэрозолей, содержащихся в выбросах в атмосфере и в воздухе вентсистем станции ААЭС.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	22
Григорян Норик	1	20
Абрамян Сусанна	4	10
Оганесян Агаси	1	15

Задача 2: Исследование процесса фильтрации газо-воздушной среды в супертонком базальтовом волокне.

Подзадача 2.1.: Разработка математической модели фильтрации. Разработка математической модели фильтрации с учетом корреляции между электрофизическими и фильтрационными свойствами свойствами базальтовых волокон..

- **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

К началу работы по Проекту было известно, что наличие в процессе фильтрации частиц обладающих максимальным проникновением определяет селективность фильтров, но не было информации по физико-химическим характеристикам. Одними из важнейших параметров супертонкого базальтового волокна являются его электрофизические параметры.

Установление корреляции между электрофизическими параметрами и фильтрующими способностями супертонкого базальтового волокна поможет выбрать материал для изготовления оптимальных фильтров для аэрозольных частиц.

- **Выполненные работы**

Проведены расчеты по моделированию фильтрации, из которых следует, что базовые уравнения, необходимые при математическом моделировании процесса фильтрации, зависят как от размеров радиоактивных частиц, так и от структурных особенностей фильтра. При составлении уравнений учитывался целый ряд физических явлений, участвующих в процессе фильтрации. Это эффект зацепления, в том числе ситовый эффект - аэрозольные частицы задерживаются в порах и каналах, имеющих сечение. Показано, что если размеры аэрозольной частицы велики, по сравнению с молекулами газа, то закономерности движения частицы носят аэродинамический характер. Но, если размеры частицы малы, то закономерности движения частицы приобретают молекулярно-кинетический характер. Частицы в этом случае рассматриваются как большие молекулы, движущиеся среди малых молекул, и их захват волокнами фильтра рассматривается в рамках адсорбции. В качестве модели адсорбции были использованы изотермы Генри и Ленгмюра.

Из анализа процесса фильтрации следует, что существуют различные механизмы осаждения аэрозольных частиц и целесообразно выразить коэффициент захвата в зависимости от параметров фильтра и безразмерных параметров, характеризующих условия фильтрации. В качестве безразмерного параметра было взято число Кнудсена и диффузионный параметр Пекле.

Установлено, что для систем ультратонких волокон с диаметром, соизмеримым со средней длиной пробега газовых молекул, поле скоростей и сила сопротивления волокон зависят от числа Кнудсена.

Однако на осаждение субмикронных частиц на волокна заметное влияние оказывают молекулярные силы Ван-дер-Ваальса.

По специально разработанной программе для моделирования процесса улавливания частиц было выяснено, что необходимо точное знание течения аэрозоля и силы Ван-дер-Ваальса непосредственно около поверхности волокна. Принято различать близкодействующие силы Ван-дер-Ваальса, которые действуют на расстояниях, меньших сотых долей микрона и дальнедействующие, так называемые запаздывающие силы. Запаздывающие силы заметно проявляются на расстояниях порядка десятых долей микрона, притягивая движущиеся в потоке частицы к волокну. Предварительный анализ полученных результатов показал, что захват частиц из потока определяется именно запаздывающими силами, и вклад этих сил в общую эффективность осаждения может быть значительным.

В качестве электрофизических параметров для супертонкого базальта выбрали электросопротивление по переменному (ac) и постоянному току (dc) и диэлектрические постоянные. Проводимые измерения вышеуказанных параметров осуществлялись впервые и

поэтому могли иметь некоторое корректирующее значение. Одновременно полученные двумя методами результаты позволили более точно интерпретировать наблюдаемые явления и корректно определить механизмы, обуславливающие процессы электропереноса.

Базальт является пористым диэлектрическим материалом, в порах которого содержатся различные щелочи, соли, примесные атомы (ионы) и вода. Количество этих веществ и их распределение зависит от температуры, давления и влажности окружающего пространства. Плотность, вид и подвижность носителей тока определяются содержанием этих веществ.

Экспериментальное измерение диэлектрических параметров супертонких базальтовых волокон проводилось на разработанной лабораторной установке, позволяющей провести расчеты активных и реактивных составляющих исследуемых образцов.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Анализ по математическому моделированию процессов фильтрации показал, что расчет коэффициента захвата базальтовых волокон аэрозольной частицей, который, в общем случае, является функцией многих параметров: радиуса и плотности улавливаемых-захватываемых частиц, скорости, вязкости, температуры T и давления воздуха, наличия внешних сил, а также параметров фильтров - толщины, плотности упаковки, среднего диаметра волокна и их дисперсии характеризующих внутреннюю структуру фильтра.

Из приведенных результатов по измерению электрофизических характеристик можно заключить, что измерение электрофизических параметров как по постоянному, так и по переменному току, может служить хорошей методикой для описания физических свойств базальтовых образцов. Эта методика является чувствительным методом к содержанию в этих образцах воды, примесей и других структурных несовершенств, к температуре, давлению и влажности.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Арутюнян Вачаган	1	50
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15
Бояхчян Ефрем	1	20
Багдасарян Валерий	1	5
Григорян Норик	1	20
Ерицян Грант	1	15
Никогосян Сергей	1	69
Петросян Алфред	1	13
Манасерян Нина	2	36
Неркарарян Хачатур	2	68
Агаджанян Нарине	1	20
Арзуманян Виген	1	32
Атоян Вовик	1	23
.		
Саргсян Геворг	1	32
Ханданян Роберт	1	40
Закинян Мариета	2	16
Киракосян Эрик	2	64

Подзадача 2.2.: Разработка и выбор оптимальной структуры фильтровальных материалов. Влияние термической и химической обработки на состояние сверхтонкого базальта. Влияние термической и химической обработки на характеристики фильтровального материала.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

Из литературных источников известно, что для создания высокопроизводительных адсорбентов с регулярной оптимальной структурой, требуется разработка планарных сорбентов с оптимальным комплексом адсорбционных, фильтрационных и конструктивных свойств. К материалам сорбентов, в зависимости от условий их применения, предъявляются самые различные требования. Такие как радиационная, термическая, химическая устойчивость, долговечность, регенерация и восстановление с целью многократного применения и др. Базальтовые волокна в полной мере удовлетворяют этим требованиям.

▪ **Выполненные работы**

В ходе выполнения Проекта было приобретено исходное супертонкое базальтовое волокно со средним диаметром (1-3) мкм (завод “Камни и Силикаты”). Критериями выбора методики для оптимизации структуры служили общая пористость базальтовых волокон, удельная поверхность, сорбционная емкость, температура десорбции и т.д.

Установлено, что указанным критериям удовлетворяет специально разработанная смешанная двухстадийная методика, с целью создания микропор – адсорбционно-активных центров, с высокой емкостью и низким динамическим сопротивлением.

Химическая (модификация) обработка проведена с учетом химического состава и структуры базальтового сырья, прежде всего кислотно-щелочного характера его компонентов. Для сравнительного анализа исследованы химические составы базальтового сырья из различных месторождений Армении. Наиболее приемлемым, и с точки зрения экологических проблем, и с точки зрения его практического применения, является солянокислый способ выщелачивания. Разветвленно-микропористая структура БВ достигнута при многократной кислотной (соляной и серной) обработкой с различными концентрациями и режимами. Обработка базальтовых волокон растворами сильных кислот вызвало селективное растворение оксидов металлов, входящих в структуру базальта, при сохранении каркаса диоксида кремния.

Термическое поведение пористых БВ свидетельствует о наличии двухстадийного – ступенчатого характера на кривых потерь.

Методами сорбции -десорбции паров жидкого азота проведена диагностика исследуемых адсорбентов, полученных выщелачиванием базальтовых волокон.

Метод Брунауер-Эммет-Теллер (БЭТ) позволил рассчитать удельную поверхность супертонких базальтовых волокон, определить размер и объем пор по их эффективным радиусам, а также распределение пор по размерам. Измерение пористых характеристик супертонких базальтовых волокон (необработанных и обработанных, химически модифицированных растворами кислот) были проведено на приборе Accusorb2300Аю.

Расчеты по методу БЭТ показали, что выщелачивание существенно повышает адсорбционную емкость - для исходного базальтового волокна максимальный объем поглощенного азота составляет 25см³/г, а в базальте лабораторного выщелачивания при разных стадиях химической обработки - 1200см³/г (серная кислота), 1500см³/г (соляная кислота), 2400см³/г (соляная + серная кислоты).

Распределение пор таково: для исходного образца общий объем пор составлял – 0,0308 см³/г, для выщелаченных по разным методикам – одно стадийная обработка соляной кислотой - 1,7314 см³/г; серной кислотой -1,2193 см³/г; двух стадийная смешанная (соляная +серная) обработка -2,4821 см³/г.

Удельные площади поверхности, рассчитанные методом БЭТ, имеют следующие значения: исходное: – 11.5 м²/г; выщелаченная одно стадийная обработка: серной кислотой – 348,2 м²/г, соляной кислотой - 265,3 м²/г. Содержание двуокиси кремния в БВ колеблется в пределах 48÷54%.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Таким образом, методика выщелачивания супертонких базальтовых волокон позволила получить адсорбенты, удовлетворяющие основным критериям, предъявляемым к пористым материалам адсорбционного назначения. Установлено, что выщелачивание существенно повышает адсорбционную емкость и это позволит применить их не только в аппаратах регулярной структуры, но и для очистки любых газов, в том числе и от кислых серосодержащих газов, а также примесей паров воды.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Саргсян Геворг	1	66
Ханданян Роберт	1	60
Закинян Мариета	2	24
Киракосян Эрик	2	96
Никогосян Сергей	1	66
Гавальян Васак	2	54
Петросян Алфред	1	20
Хачатрян Гриша	1	25
Багдасарян Валерий	1	12
Хачатрян Амбарцум	4	20
Саакян Арам	1	20
Хачатрян Гриша	1	20
Аветисян Аида	1	10
Давтян Марлен	1	28
Агаджанян Нарине	1	20
Арзуманян Виген	1	32
Атоян Вовик	1	40

Подзадача 2.3.: Разработка расчетных методов опимизации фильтров. Влияние термической обработки на характеристики фильтровального материала. Разработка расчетных методов опимизации фильтров с учетом выбранных оптимальных структур.

- **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

К началу работ по Проекту было ясно, что необходимо разработать методики по расчетам проведения оптимизации материалов для изготовления фильтров, а также методы расчета ресурсов использования. Известные в литературе методы не позволили учесть все параметры в процессе разработки высокоэффективных систем очистки, что на практике обычно нужно знать. Это плотность упаковки, относительной влажности и температуры окружающего воздуха.

Процесс фильтрации и рост перепада давления состоит в аппроксимации запыленных волокон фильтра и вычислении массы от времени забивки, плотности упаковки, радиуса волокон фильтра при заданных условиях фильтрации.

- **Выполненные работы**

Проведены исследования удельного электрического сопротивления по постоянному ρ_{dc} и переменному току ρ_{ac} , при частоте 800Гц и 1кГц, а также на диэлектрическую проницаемость ϵ' , диэлектрические потери ϵ'' и тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ при частоте 800Гц и 1кГц для исходного и кислотно-модифицированного базальтового волокна. Установлено, что после кислотной обработки содержание воды в базальтовых волокнах возрастает от 0.4 до 18% от исходного веса. В качестве диполей действуют присутствующие в волокнах молекулы воды. С увеличением температуры молекулярные силы между диполями ослабляются, что должно усиливать дипольно-релаксационную поляризацию. Однако в то же время возрастает энергия теплового движения молекул, что уменьшает ориентирующее влияние поля. При росте температуры происходит также испарение воды, что тоже уменьшает эффект поляризации.

Причина такого осциллирующего поведения электрофизических параметров от плотности, возможно, связана с образованием в образце некоторых видов дефектов с различными зарядовыми состояниями, способными стать центрами аккумуляции разного количества молекул воды.

Анализ термогравиметрических расчетов показал, что термическое поведение пористых базальтовых волокон свидетельствует о наличии двухстадийного – ступенчатого характера на кривых потери массы, при этом в температурном интервале 100÷300°C образцы не имеют потерь по массе.

Таким образом, по результатам исследований электрофизических параметров в постоянных и в переменных полях, а также из термогравиметрических расчетов установлено, что обработка БВ в соляной кислоте приводит к увеличению его сорбционной способности по водяным парам.

Предложен метод определения роста перепада давления в зависимости от времени или от массы частиц, накопленных на поверхности фильтра. В данном подходе учитывается изменение поля течения по мере роста осадков на волокнах. Кроме того, метод не требует строгого нахождения из эксперимента данных о начальной стадии роста перепада давления..

При вычислении перепада давления было учтено, что частицы имеют небольшую полидисперсность. Диффузию и инерцию частиц также не учитывали, так как диффузионный коэффициент захвата для мелких частиц предположительно не превышает несколько

процентов от коэффициента захвата за счет зацепления, а инерция для крупных частиц существенна в начальный период улавливания.

Установлено что с ростом осадка на волокнах резко возрастает коэффициент захвата на волокне с пористой оболочкой, что очень характерно для модифицированных волокон, подвергнутых процессу выщелачивания различными кислотами – соляной, серной. Небольшие изменения величины плотности упаковки осадка на волокнах, так же, как учет неполного осаждения частиц в осадках, слабо влияли на расчетные данные массы и перепада давления, соответствующих моменту времени. Так как скорость роста очень чувствительна к изменению радиуса частиц, то небольшое расхождение полученных данных, по-видимому, связана с нестабильностью при их генерации.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Таким образом, по результатам исследований электрофизических параметров в постоянных и в переменных полях, а также из термогравиметрических расчетов установлено, что обработка БВ в кислотах приводит к увеличению его сорбционной способности по водяным парам.

Использованный метод расчета роста давления показал, что небольшие изменения величины плотности упаковки осадка на волокнах, так же как невозможный учет полного осаждения частиц в осадках, слабо влияют на расчетные результаты массы и перепада давления, соответствующих к моменту времени.

Приведенная методика расчета может служить для оценки ресурса фильтра и в решении других вопросов практики фильтрации.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Саргсян Геворг	1	32
Ханданян Роберт	1	20
Закинян Мариета	2	8
Киракосян Эрик	2	32
Никогосян Сергей	1	22
Гавальян Васак	2	2
Петросян Алфред	1	40
Арутюнян Вачаган	1	52
Оганесян Агаси	1	15
Ахвердян Элеонора	1	15
Саакян Арам	1	20
Хачатрян Гриша	1	40
Айвазян Мкртыч	2	10
Акопян Нарек	2	4
Акопян Тигран	2	11
Арутюнян Гоар	2	2
Данелян Овсеп	1	10
Макарян Армен	1	10

Пюсдюлян Константин	1	10
---------------------	---	----

Задача3: Разработка и изготовление экспериментального блока по очистке воздуха.
Подзадача 3.1.: Разработка экспериментального блока по очистке воздуха.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

На Армянской АЭС используются системы из фильтров Петрянова типа Д-23Л по 200 пакетных фильтров (объемом 0,5м³ каждый). При нормальной эксплуатации АЭС, когда радиоактивные выбросы представлены, в основном, аэрозолями с размером частиц 1-20 мкм с низкой концентрацией порядка 0,1 -0,5 мг/м³, фильтры Петрянова функционируют достаточно эффективно. Фильтры ФП на АЭС меняются ежегодно. Замена фильтров ФП сложная и дорогостоящая операция. Их нельзя сжигать из-за выделения токсичных веществ, кроме того, они занимают большие объемы. Поэтому возникла необходимость в исследовании и разработке недорогостоящих фильтрующих систем на основе других материалов, способных эффективно улавливать аэрозоли, в частности на основе супертонкого базальтового волокна.

▪ **Выполненные работы**

Изучены основные требования, предъявляемые к сроку службы любого фильтра:

- 1) увеличение сопротивления фильтра в результате осаждения пыли в фильтрующем материале;
- 2) увеличение мощности дозы радиоактивного излучения от фильтра в результате накопления в нем радионуклидов;
- 3) разрушение фильтрующего материала под действием агрессивных веществ, содержащихся в воздухе.

Из расчетов по теории фильтрации установлено, что основной причиной, определяющей срок службы фильтров, является повышение их сопротивления, вследствие чего их приходится выбрасывать, не используя их полностью по прямому назначению.

Для увеличения срока службы фильтров по улавливанию радионуклидов, разработана система грубой, а затем и тонкой очистки фильтрами из базальтовых волокон разных диаметров.

Предложена конструкция фильтров, которая отвечает следующим требованиям:

- 1) наибольшая поверхность фильтрующего материала при наименьших габаритах фильтров;
- 2) минимальное сопротивление фильтра;
- 3) возможность быстрой и удобной смены фильтров;
- 4) надежная герметизация при сборке группы фильтров.

Изготовлен простейший лабораторный фильтр для очистки воздуха, который был установлен в рабочих помещениях. Фильтр представляет собой корпус, разделенный пористой перегородкой на части, в одну из которых поступают очищаемые газы. В

разделенных частях фильтра создается разность давлений, достаточная для прохождения необходимого количества воздуха - газа.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Завершена подготовка по разработке необходимых требований по конструкции изготовления фильтров для очистки воздуха на лабораторной экспериментальной установке.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Гаспарян Карен	1	4
Хачатрян Анна	2	24
Оганесян Петрос	1	20
Парсян Аракся	1	20

Подзадача 3.2.: Изготовление экспериментального блока по очистке воздуха.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

Перед началом работы по Проекту исполнители были ознакомлены с требованиями и стандартами, предъявляемыми к работам по исследованию загрязнения окружающей среды, а также с информацией по изготовлению фильтрующих систем.

Для каждого фильтра, в том числе и для фильтра Петрянова, существует определенный размер частиц, которые проходят через него с наименьшими потерями, причем, этот размер определяется такими переменными параметрами, как дисперсный состав волокон фильтрующей среды, плотность их упаковки и скорость воздуха. Эффективность улавливания частиц зависит от конструкции фильтра.

▪ **Выполненные работы**

Эффективность работы изготовленного фильтра зависит от следующих показателей: пористости фильтра, скорости фильтрации, пылеемкости, гидравлического сопротивления.

Экспериментальная установка с фильтрующим материалом из базальтовых волокон состояла: из ротаметров для определения расхода воздуха, специальных вентилях для варьирования расхода воздуха, фильтродержателей, а также приборов для определения активности аэрозолей до фильтров и после них.

Фильтры, устанавливаемые в фильтродержателях, представляли собой однослойную марлевую основу круглой формы, на которую наносились различные модификации базальтового волокна (аналогично фильтрам Петрянова). Фильтры использовались в штатном режиме для определения активности аэрозолей в воздухе помещений и различных вентиляционных систем АЭС.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Завершена подготовка лабораторной экспериментальной установки, предназначенной для измерения параметров радиоактивных аэрозолей: функции распределения частиц по размерам, а также проведения отбора проб аэрозолей для последующего анализа.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Даниелян Овсеп	1	34
Макарян Армен	1	10
Пюскюлян Константин	1	45
Арзуманян Виген	1	32
Никогосян Сергей	1	22
Гавалян Васак	2	16
Манасерян Нина	2	18
Неркарарян Хачатур	2	22
Хачатрян Гриша	1	25
Гаспарян Карен	1	4
Хачатрян Анна	2	24
Оганесян Петрос	1	20
Арутюнян Вачаган	1	54

Подзадача 3.3.: Определение эффективности фильтрации с использованием сверхтонкого базальтового волокна в условиях эксплуатации АЭС.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

К началу выполнения этой задачи, информации об определении эффективности фильтрующих материалов на основе базальтового волокна в зависимости от различных физико-химических параметров не были известны. После изготовления лабораторных фильтров, для определения эффективности фильтрации, с помощью радиоактивных аэрозолей проведены испытания, приближенные к реальным условиям работы.

▪ **Выполненные работы**

Проведено 8 - сеансов измерений эффективности исследуемых фильтров при различных величинах расхода воздуха через фильтры, от 1.6×10^4 л/час (проектный расход) до 3.2×10^4 л/час. На выходе активность аэрозолей после фильтров измерялась двумя независимыми измерительными устройствами ДБГ2 и АЕРМ. Активность аэрозолей, осевших на исследуемых фильтрах, измерялась на низкофоновой гамма спектрометрической установке с германиевым детектором и программной поддержкой GENIE. Фильтры в лабораторных условиях работы экспонировались в течение 1 недели.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Результаты оценки измерений эффективности фильтров из немодифицированного базальтового волокна и базальтового волокна различной модификации, обработанных методами сернокислотного (H₂SO₄), солянокислотного (HCl), а также солянокислотного + сернокислотного способа показали, что эффективность очистки –(%), среднее по изотопам ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co, ^{110m}Ag по активности 10⁻⁴ Бк/м³ после фильтра составляло:

для необработанных опытных образцов - 91,5%, обработанных солянокислотным способом – 98,96%, сернокислотным – 99,15%, соляным + серным двухстадийный способом- 99.68%.

Установлено, что при оценке эффективности очистки радиоактивных аэрозолей, даже десятые доли процента играют существенную роль, так как на атомных станциях к системам очистки воздуха предъявляются повышенные требования.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Гаспарян Карен	1	20
Хачатрян Анна	2	96
Оганесян Петрос	1	100
Меликян Вазген	1	40
Даниелян Овсеп	1	34
Макарян Армен	1	20
Пюскюлян Константин	1	92
Григорян Норик	1	75
Егиазарян Сурен	4	10
Оганесян Агаси	1	48
Киракосян Эрик	2	64
Никогосян Сергей	1	45
Гавалян Васак	2	10
Петросян Алфред	1	60
Арутюнян Вачаган	1	52
Саакян Арам	1	20
Аветисян Аида	1	10
Атоян Вовик	1	30

Подзадача3.4.: Выбор приемлемых материалов для изготовления фильтровальных ячеек. Выбор оптимальных характеристик фильтровальных материалов по их физическим и химическим показателям и для повышения эффективности фильтрации аэрозолей.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

К началу выполнения работ Проекта по исследованию физико химических свойств волоконных адсорбентов было установлено, что выщелачивание - обработка базальтового

волокна в растворе сильной кислоты- (соляной, серной, азотной и другие) приводит к существенному увеличению удельной поверхности для химически обработанного, по сравнению с исходным - необработанным, что сильно влияет на развитие системы микропор, следовательно и увеличению сорбционных характеристик волокон.

▪ Выполненные работы

Были изготовлены стандартные фильтрующие блоки, состоящие из несущих гофрированных листов, расположенных вдоль потока воздуха, обе стороны которых покрыты фильтрующей тканью. Площадь фильтрующего материала 23 м^2 . Корпус блока изготовлен из негорючей жаропрочной фанеры размерами: $620 \times 572 \times 572 \text{ см}^3$. Несущими плоскостями служили гофрированные листы из стекловолокна.

Проведена диагностика фильтрующих материалов (необработанных и модифицированных различными растворами и разными концентрациями кислот) с измерением изотерм паров жидкого азота согласно модели БЭТ- Брунауер –Эммет –Теллер. Установлено, что выщелачивание существенно повышает адсорбционную емкость образцов. Распределение пор таково: для исходного образца общий объем пор составлял – $0,0308 \text{ см}^3/\text{г}$, для выщелоченных по разным методикам – одно стадийная обработка соляной кислотой - $1,7314 \text{ см}^3/\text{г}$, серной кислотой - $1,2193 \text{ см}^3/\text{г}$, для двух стадийных обработок – соляная + серная кислоты - $2,3679 \text{ см}^3/\text{г}$ и серная + соляная кислота – $1,9251 \text{ см}^3/\text{г}$.

Площадь поверхности, рассчитанная методом БЭТ, $\text{м}^2/\text{г}$:

для исходного: – 11.5;

выщелоченная одно стадийная обработка: серная кислота – $348,2 \text{ м}^2/\text{г}$; соляная кислота – $265,3 \text{ м}^2/\text{г}$.

Выщелоченная двух стадийная обработка: соляная + серная кислота – $496 \text{ м}^2/\text{г}$, серная + соляная кислота- $402 \text{ м}^2/\text{г}$. Выщелоченная двух стадийная обработка: соляная + серная кислота – $496 \text{ м}^2/\text{г}$; серная + соляная кислота - $402 \text{ м}^2/\text{г}$.

Рассчитан процентный состав и распределение пор по размерам в волокне, выщелоченном соляной кислотой (HCl), поры диаметром менее 6 нм - 24%, поры диаметром $6 \div 12 \text{ нм}$ -23%, поры диаметром $20 \div 80 \text{ нм}$ -22%.

Пик в размерном спектре пор этого образца соответствует 8 нм.

Установлено, что совершенно иная картина имеет место из для размерных спектров пор образцов, обработанных серной кислотой (H_2SO_4): поры диаметром менее 6 нм -1.2%, поры диаметром $6 \div 12 \text{ нм}$ -6.8%, поры диаметром $20 \div 80 \text{ нм}$ -78.4%. Пик в размерном спектре пор такого образца соответствует 35 нм.

Установлено, что симметричный пик присутствует в размерном спектре пор в области $20 \div 45 \text{ нм}$.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Таким образом, были изготовлены две опытные партии блоков.

При разработке и изготовлении фильтрующих блоков учитывались следующие требования:

1. Фильтр в корпусе устанавливали так, чтобы воздушный поток радиоактивных частиц прижимал фильтр к уплотнению.
2. Корпус фильтра имеет меньше “карманов”, в которых могла бы скапливаться пыль.
3. Обеспечен свободный доступ к корпусу фильтра со всех сторон.

4. Пылеемкость фильтров обеспечивала непрерывную работу установки без особого наблюдения в течение приемлемого периода времени тестирования.

Новый фильтрующий материал был помещен в блок фильтра, в котором были произведены конструктивные усовершенствования: это увеличение частоты укладки с уменьшением амплитуды гофр.

• **Индивидуальные участники**

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Гаспарян Карен	1	4
Хачатрян Анна	2	24
Оганесян Петрос	1	20
Григорян Норик	1	28
Аветисян Аида	1	10
Оганесян Агаси	1	12
Киракосян Эрик	2	32
Никогосян Сергей	1	18
Гавалян Васак	2	50
Петросян Алфред	1	27
Хачатрян Гриша	1	15

Задача 4. Получение лицензии на эксплуатацию на АЭС фильтров на основе супертонкого базальтового волокна.

Подзадача 4.1.: Разработка документов для представления в регулирующие органы РА по вопросам стандартизации.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

Для получения лицензии от регулирующего органа Республики Армения для применения новых, разработанных фильтров с целью обеспечения защиты населения и окружающей среды от радиоактивных выбросов АЭС, необходимо подготовить пакет документов.

▪ **Выполненные работы**

Определены все необходимые технические и расчетные характеристики фильтрующей системы. Выполнены все стандартные процедуры по получению патента по теме: «Способ получения сорбента для очистки газов и радиоактивных аэрозолей». Патент утвержден Управлением Интеллектуальной Собственности при РА под номером АМ 20110016 от 07.06.2011г.

Предложенный новый способ двухстадийной смешанной обработки суопертонких базальтовых волокон позволил примерно в два раза повысить сорбционные характеристики фильтровального материала, по сравнению с ранее известными методами выщелачивания, что способствует увеличению коэффициента захвата радиоактивных аэрозольных частиц.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Составлен и собран полный пакет документации (технические отчеты по испытанию фильтров, патент), необходимый для получения лицензии на эксплуатацию фильтров на основе супертонкого базальтового волокна на Арм АЭС от Государственного Комитета по Ядерной Безопасности при правительстве Республики Армении.

• **Индивидуальные участники**

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Авакян Роланд	2	126
Петросян Алфред	1	30
Арзуманян Виген	1	192
Атоян Вовик	1	222
Чичян Вазген	1	160
Празян Гаруш	4	14
Петросян Самсон	4	15
Асрян Лаура	4	30
Акопян Нарек	2	8
Хачатрян Анна	2	48
Григорян Норик	1	44
Оганесян Агаси	1	40
Манасерян Нина	2	36
Никогосян Сергей	1	40
Гавалян Васак	2	40
Арутюнян Вачаган	1	42
Айрапетян Сергей	4	18
Ерицян Грант	1	31
Давтян Марлен	1	28
Аветисян Аида	1	10

Подзадача 4.2.: Изготовление опытной партии фильтров, достаточной для эксплуатации одной вентиляционной системы АЭС.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

К началу выполнения работ Проекта было известно, что в вентиляционных системах электростанций используют стандартные блоки и фильтрующие материалы. По итогам проведенных физико химических исследований, а также лабораторных тестовых испытаний

выполнены работы по изготовлению опытной партии фильтров для пробных эксплуатаций на одной вентиляционной системе ААЭС.

▪ **Выполненные работы**

Изготовленный новый фильтрующий материал изготовлен из выщелоченного базальтового волокна (обработанного способом соляная + серная кислоты), нанесенного на марлевою основу, площадь которой составляла $\approx 22,5 \text{ м}^2$, вес нанесенного волокна составил 910 г.

Новый фильтрующий материал был помещен в блок фильтра, в котором были произведены конструктивные усовершенствования: это увеличение частоты укладки с уменьшением амплитуды гофр.

Оба блока были установлены в вентиляционную систему В2. Расход воздуха в этой вентсистеме составляет $12260 \text{ м}^3/\text{час}$.

Фильтрующий материал (супертонкое базальтовое волокно) на марлевой основе складывался зигзагообразно, в складки вставлялись гофрированные несущие слои из более жесткого материала. Этот способ позволяет увеличить фильтрующую поверхность до $200\text{-}300 \text{ м}^2$ в 1 м^3 корпуса. Так как к фильтрам, предназначенным для работы по очистке вентиляционного воздуха, предъявляются жесткие требования, складчатые боковые края фильтрационного материала и боковые ребра гофрированных пластин жестко прикреплялись к двум внутренним поверхностям корпуса. Наружные поверхности – марлевые края первой и последней складки, также прикрепляются к двум другим внутренним поверхностям корпуса фильтра.

Неочищенный поток воздуха входит в фильтр по желобам - впадинам гофрированных входных разделителей и после прохождения через фильтрующий материал выходит из фильтра по желобам-впадинам гофрированных выходных разделителей. Таким способом обеспечена герметизация фильтрующего материала в корпусе блоков.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

В октябре-ноябре месяце 2010г и январе 2011года во время плановых ремонтных работ на Армянской АЭС, когда в этот период резко увеличивается активность радиоактивных аэрозолей, были применены фильтры, изготовленные по предложенной технологии. В результате коэффициент очистки составил величину порядка 0,92-0,94%.

Индивидуальные участники Подзадача

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Меликян Вазген	1	20
Даниелян Овсеп	1	24
Макарян Армен	1	10
Пюскюлян Константин	1	50
Саакян Арам	1	22
Хачатрян Гриша	1	22
Арустамян Альберт	1	12
Ахвердян Элеонора	1	15

Подзадача 4.3.: Замена фильтров Д-23 на одной вентиляционной системе ААЭС на фильтры из супертонкого базальтового волокна.

▪ Состояние дел на момент начала реализации Проекта

Согласно рабочему плану Проекта, на одной вентиляционной системе АЭС, запланирована замена промышленного фильтра на опытный фильтр, изготовленный из модифицированного базальтового волокна.

Изготовленные блоки новых фильтров были установлены в вентиляционную систему В2 Армянской АЭС взамен серийных фильтров Д-23.

▪ Выполненные работы

При конструировании новых волокнистых фильтров, выборе готовых образцов фильтрующих материалов и их эксплуатации учитывалось влияние механизмов осаждения частиц на основные параметры процесса фильтрации, которые были исследованы теоретически и экспериментально.

По результатам испытаний блоков в вентиляционной системе В2 ААЭС, в которых фильтры Петрянова были заменены новыми фильтрами из супертонкого базальтового волокна, выяснилось, что коэффициент эффективности очистки аэрозолей изменялся в пределах от 0,95 до 0,99%.

С 15 октября до 18 декабря 2010 года и с 18 января по 15 июня 2011года были выполнены работы по определению эффективности фильтрующих блоков радиоактивных аэрозолей (на основе модифицированных базальтовых волокон), установленных на системе "В2" и на приточной вентиляции, обеспечивающей подачу свежего воздуха в рабочие помещения. Результаты показали, что наиболее высокая эффективность очистки наблюдается на опытных образцах, модифицированных двухстадийным смешанным способом обработки.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Из анализа данных следует, что эффективность очистки исследованных блоков удовлетворяет нормативам "Регламента радиационной безопасности Армянской АЭС". Полученные данные показывают, что исследованные фильтрующие блоки работают стабильно, эффективность очистки составляет от 98,4% до 99,6%, что сопоставимо с эффективностью штатных фильтрующих блоков, изготовленных на основе ткани Петрянова.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Меликян Вазген	1	60
Даниелян Овсеп	1	74
Макарян Армен	1	30
Пюскюлян Константин	1	75
Саакян Арам	1	58
Хачатрян Гриша	1	72
Арустамян Альберт	1	36
Ахвердян Элеонора	1	30
Бояхчян Ефрем	1	79
Саргсян Геворг	1	96
Ханданян Роберт	1	60
Закинян Мариета	2	16

Подзадача 4.4.: Эксплуатация и авторский надзор над вентиляционной системой Армянской АЭС.

Состояние дел на момент начала реализации Проекта

К началу выполнения задач Проекта было известно, что после разработок и далее изготовления опытных промышленных фильтрующих блоков должен решиться вопрос их эксплуатации и авторского надзора на вентиляционных системах ААЭС.

Выполненные работы

Начиная с октября 2010года на ААЭС проводились работы по измерениям и расчету эффективности очистки стандартных фильтрующих блоков, изготовленных на основе модифицированных базальтов на Армянской АЭС. На штатной вентиляционной системе В2 были установлены фильтрующие блоки. Определено наличие возможных пропусков через неплотности в несущих конструкциях фильтрующих блоков. На Армянской АЭС помимо вытяжных вентиляционных систем, существует также приточная вентиляция, обеспечивающая подачу свежего воздуха в рабочие помещения. Приточный воздух также требует обязательной предварительной очистки. Проведенные исследования показали, что в фильтровальных системах приточной вентиляции также необходимо использовать химически модифицированные супертонкие базальтовые волокна. В частности, в отличие от обычно применяемых в системах приточной вентиляции фильтров, которые необходимо достаточно часто менять, практика показала, что предлагаемые новые фильтры по времени эксплуатации могут работать намного дольше.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

По результатам, полученным по испытанию промышленных фильтрующих блоков, предложено в **2012 году** на всех штатных вентиляционных системах Армянской АЭС провести замену всех фильтрующих блоков на блоки из модифицированного базальтового волокна, разработанных по настоящему Проекту. Авторский надзор, который проводится в настоящее время со стороны Одела Радиационной Безопасности АЭС, будет проводиться и в дальнейшем, в процессе эксплуатации предложенных фильтров.

Полученные значения эффективности очистки улучшились и достигли требуемых значений, предъявляемых МАГАТЭ.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Меликян Вазген	1	21
Даниелян Овсеп	1	22
Пюскюлян Константин	1	32
Саакян Арам	1	20
Бояхчян Ефрем	1	20
Саргсян Геворг	1	30
Ханданян Роберт	1	20

Айвазян Мкртыч	2	38
Арутюнян Гоар	2	32
Акопян Тигран	2	24

Задача 5: Разработка технологии изготовления фильтров на основе супертонкого базальтового волокна.

Подзадача 5.1.: Разработка технологии изготовления фильтов.

▪ **Состояние дел на момент начала реализации Проекта**

При подготовке Проекта были известны многочисленные работы в этом направлении, которые проводились и проводятся в ЕС и в других странах, основывающих свою энергетическую политику на АЭС, в создании новых фильтрующих блоков. Учитывая значительную дешевизну исходного сырья, изготовление таких систем (по сравнению с фильтрами Петрянова, а также другими высокоэффективными фильтрами) можно предположить, что спрос на такие фильтрующие системы на основе супертонких базальтовых волокон будет повышенным.

▪ **Выполненные работы**

Выполнены работы по уточнению характеристик исходного сырья, используемого для производства базальтового волокна на разных месторождениях Армении. Получена информация по запасам этого сырья в Армении. Выяснено, что природные запасы базальтов в Армении имеют большой потенциал и они достаточны для получения очень большого объема сырья.

Подготовлена необходимая документация по разработке и модификации технологии изготовления фильтров (характеристики конструкционных материалов, рабочие чертежи, температурные режимы и пр.), используемые в процессе всего цикла. Завершены регламенты работ по всем составляющим технологии изготовления и способов промышленного внедрения химической обработки в технологический цикл предприятия.

По результатам выполненных работ по очистке радиоактивных аэрозолей установлено, что фильтры, изготовленные по разработанной технологии, обладают рядом преимуществ: повышенная механическая прочность, устойчивость к химическим воздействиям (отсутствие образования вредных горючих газов, что имеет место в фильтрах Петрянова, применяемых на АЭС), термостойкость (до 750°C в обычном режиме и даже при кратковременном воздействии более высоких температур), долговечность, влагостойкость. Если фильтры Петрянова по истечении определенного срока службы полностью выходят из строя и не подлежат восстановлению по причине деградации пластмассового наполнителя, то, как показывают проведенные предварительные исследования, фильтры на основе супертонких базальтовых волокон, возможно, будут поддаваться регенерации. Предлагаемые фильтры, производство которых базируется на местном сырье, экономичны и обходятся вдвое дешевле, чем все прочие, используемые до сих пор на ААЭС.

▪ **Результаты, полученные к концу реализации проекта**

Благодаря конструктивным модификациям, а именно увеличению удельной рабочей поверхности изготовленных фильтров (при тех же размерах, что и фильтры Петрянова), достигнуто повышение коэффициента захвата радиоактивных аэрозольных частиц.

Предлагаемые фильтрующие системы, производство которых базируется на местном сырье, экономичны и обходятся вдвое дешевле, чем все прочие, используемые до сих пор на ААЭС.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Айвазян Мкртич	2	67
Арутюнян Гоар	2	132
Акопян Тигран	2	80
Давтян Марлен	1	30
Багдасарян Валерий	1	44
Ерицян Грант	1	35

Подзадача 5.2.: Разработка предложений для других АЭС и радиохимических предприятий.

▪ Состояние дел на момент начала реализации Проекта

Результаты, полученные при разработке высокоэффективных фильтрующих систем на основе супертонкого базальтового волокна для очистки высокоактивных аэрозолей, и возможность создания технологического цикла, для производства этих фильтров, могут быть успешно применены странами, основывающими свою энергетическую политику на эксплуатации и строительстве АЭС.

▪ Выполненные работы

Разработан пакет документов (чертежи стандартных блоков, спецификация материалов) с предложениями об использовании стандартных фильтрующих блоков из модифицированного супертонкого базальтового волокна в реальных условиях работы для других АЭС (данные по эффективности очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей за длительный период их эксплуатации).

Вышеуказанные документы были посланы на Кольскую АЭС, АЭС Богунице (Словакия), АЭС Пакш (Венгрия) и АЭС Дуковане.

В феврале 2012 года на Армянской АЭС состоялась встреча с представителями АЭС Богунице. Специалисты АЭС Богунице, высказали заинтересованность во внедрении фильтрующих блоков на их станции. В частности, их привлекла относительная дешевизна блоков при условии длительного сохранения эффективности очистки.

▪ Результаты, полученные к концу реализации проекта

Разработанный технологический цикл производства фильтров на основе модифицированного супертонкого базальтового волокна может быть успешно применен странами, основывающими свою энергетическую политику на эксплуатации АЭС, а также на других радиохимических предприятиях при очистке кислых и инертных газов.

Индивидуальные участники

Ф.И.О.	Категория	Кол-во дней
Айвазян Мкртич	2	42
Арутюнян Гоар	2	26
Акопян Тигран	2	29
Багдасарян Валерий	1	40

Давтян Марлен	1	28
Акопян Нарек	2	1
Ерицян Грант	1	20
Меликян Вазген	1	21
Даниелян Овсеп	1	22
Пюскюлян Константин	1	32
Саакян Арам	1	20
Бояхчян Ефрем	1	20
Саргсян Геворг	1	32
Ханданян Роберт	1	20
Киракосян Мисак	1	20
Атоян Вовик	1	30
Хачатрян Анна	2	24
Григорян Норик	1	21
Оганесян Агаси	1	20
Киракосян Эрик	2	32
Никогосян Сергей	1	20
Гавалян Васак	2	20
Арутюнян Вачаган	1	42

3.Сводка по участию персонала

	Кол-во человек	Всего дней	Всего грантов (долл. США)
Категория I	30	5699	163270.00
Категория II	11	1699	42270.00
Категория III			
Категория IV	9	231	1745.00
Итого	50	7629	207285.00

4. Изложение результатов Проекта

В рамках Проекта разработана и создана высокоэффективная фильтрующая система на основе супертонкого базальтового волокна для очистки высокоактивных аэрозолей и развит технологический цикл производства фильтров для применения на атомных станциях. Благодаря выполнению задачи 1 Проекта получен ценный опыт по физико-химическим свойствам и функциональным возможностям использования супертонких базальтовых волокон. Изучение этих материалов позволило правильно определить конкретное месторождение базальтов, из которых возможно получить именно супертонкие волокна в рамках задачи 2. Разработаны математические модели фильтрации с учетом корреляции

электрофизических и фильтрационных свойств. Создана база данных по дисперсионному составу радиоактивных аэрозолей, что очень актуально в связи с ростом требований по охране окружающей среды от радиоактивных загрязнений, связанных с работой АЭС, что является одной из главных задач радиационной безопасности, и в последние годы ужесточаются допустимые нормы радиоактивных выбросов с атомных станций. Некоторые из них могут быть решены только при использовании высокоэффективных фильтров.

Высокая эффективность технических работ по подготовке лабораторных экспериментальных установок подтверждена работами, выполненными в рамках задачи 3.

В рамках задач 4, 5 были разработаны и изготовлены опытные партии фильтров для эксплуатации на одной вентиляционной системе и на приточной вентиляционной линии воздуха, а также их технологический цикл. Проанализировано воздействие химической обработки на процесс улавливания и захвата аэрозольных частиц, а также рассмотрены способы получения высокоэффективных сорбционных материалов. Подготовлена необходимая документация по разработке и модификации технологии изготовления фильтров (характеристики конструкционных материалов, рабочие чертежи, температурные режимы и пр.), используемые в процессе всего технологического цикла

В целом, рамках Проекта получены следующие результаты:

1. Проведены исследования физико-химических закономерностей поведения аэрозолей широкого спектра при фильтрации через фильтрующие материалы. Определены характерные черты химического состава базальтовых пород Армении.

2. Проведен анализ результатов воздействия характерных особенностей химической обработки на электрофизические свойства супертонкого базальтового волокна.

3. Исследована зависимость электрофизических параметров от содержания примесей и других структурных несовершенств, от температуры, давления и влажности окружающей среды.

4. Разработаны математические модели процессов фильтрации, зависящие как от размеров радиоактивных аэрозольных частиц, так и от структурных особенностей фильтра.

5. Проанализировано влияние химической обработки на структуру и сорбционные свойства модифицированного базальтового волокна методами сорбции – десорбции.

6. Определен реальный дисперсный радионуклидный состав аэрозолей: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{54}Mn , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ в воздухе на Армянской АЭС. Анализ данных показал, что основной процент частиц (90,8%) обладает диаметром от 0,9 до 4,7 мкм, частицы с диаметром от 4,7 до 9,9 мкм составляют 8,7%, а частицы с диаметром более 9,9 мкм – 0,5%.

7. Разработана экспериментальная лабораторная установка по исследованию эффективности фильтрующих материалов на ААЭС.

8. На основе данных лабораторных исследований, изготовлены фильтрующие блоки промышленного образца и установлены на вентиляционной системе В2 и на приточной линии подачи воздуха в рабочие помещения на Армянской АЭС с фильтроматериалом из химически модифицированных базальтовых волокон.

9. По данным проведенных испытаний разработан пакет документов (чертежи блоков, спецификация материалов) с предложениями об использовании стандартных фильтрующих блоков из модифицированного супертонкого базальтового волокна в реальных условиях работы на АЭС.

10. На основе данных по разработке и изготовлению фильтров для эксплуатации на АЭС получена лицензия из регулирующего правительственного органа Республики Армения по вопросам стандартизации .

11. Разработан и создан технологический цикл производства фильтров на основе модифицированного супертонкого базальтового волокна.

По результатам работ опубликовано 8 научных статей, представлено 4 доклада на научных конференциях и совещаниях.

См. Приложение 1.	Перечень опубликованных докладов и отчетов (без рефератов)
См. Приложение 2.	Перечень презентаций на конференциях и совещаниях (без рефератов)
См. Приложение 3.	Информация о патентах и авторских правах
См. Приложение 4.	План применения технологии

5. Сотрудничество с зарубежными коллабораторами

- Обмен научными материалами (информация, компьютерные программы и данные, образцы).

При подготовке совместных публикаций и докладов производился обмен результатами научных исследований с коллабораторами из Канады. По результатам совместных исследований подготовлено несколько научных публикаций и докладов на Международных конференциях. Регулярный обмен научной информацией и обсуждение результатов с коллаборатором проходил посредством электронной почты, видеоконференций.

- Подписание протоколов (с кратким описанием)

нет

- Исследования, проведенные совместно

Планируется при участии коллаборатора подготовить материал с обзором основных результатов по применению новых фильтрующих материалов в атомной энергетике.

Поездки для встреч с зарубежными коллабораторами (и обратно).

Поездки для встреч с коллаборатором Марком Герчиковым не состоялась. Все усилия получить визу для поездки в Канаду менеджером и помощником менеджера проекта оказались безуспешными. МИД Канады отказал в визе.

- Рабочие семинары, тематические совещания, организованные коллективом участников Проекта

Организованы видеоконференции с коллаборатором в декабре 2009 г, в апреле 2010г, в октябре 2011г., в которой приняли участие менеджер Проекта МНТЦ # А -1605 В. Арутюнян и помощник-менеджера Проекта В. Атоян, К. Пюскюлян и другие основные исполнители из

двух организаций. На видеоконференциях были представлены научные результаты Проекта А -1605, которые могут быть использованы для разработок высокоэффективных фильтрующих систем на основе базальтовых волокон и применены на Армянской АЭС.

- Совместное участие в международных конференциях

1 совместный доклад с коллаборатором Марком Герчиковым был представлен на 11th Europhysical Conference of Defects on Insulating Materials- PECS, Eurodium, 2010, Hungary 12-16 July.

6. Сотрудничество с субподрядчиками в СНГ

- Взаимодействие и организация выполнения проекта

Сотрудничество с субподрядчиками в СНГ не было. Проект состоял из коллектива исполнителей Армении.

7. Закупки

Национальная научная лаборатория им А. Алиханяна (Ереванский Физический Институт)

Номер в соответствии с Планом работ	Наименование	Статус
1-002	Персональный компьютер Dell Vostro 220MT: Core2 Duo-E7400-2800(ATX)/2x1.5Mb/2048/160 Gb/DVD-RW/SB/-GEther-32/WinVista HB	Приобретен
2-002	Принтер HP Laser Jet P1505	Приобретен
3-002	Монитор LCD-Monitor22 Dell E228WFP	Приобретен
4-002	Ноутбук Dell Vostro 1510:Core2 Duo-T5670-1800/2x1Mb/2048/250Gb/DV D-RW/SB/256Mb/FM/FEther-32/WiFi/Camera.15.4" TFT/Spk/Win Vista HB	Приобретен
5-002	Принтер/ сканер .копир Laser printer/copier/scanner Xerox Work Centre 3119	Приобретен

8. Выводы, вопросы, предложения

- Как результаты Проекта будут применяться в последующих работах

Основным техническим результатом Проекта является разработка и создание уникальной фильтрующей системы на основе модифицированного супертонкого базальтового для эксплуатации на вентиляционной системе Армянской АЭС. На базе последующие работы, которые будут направлены на решение ряда фундаментальных и прикладных задач по очистке и эффективности газов и аэрозолей, таких как:

- регулярный мониторинг радиоактивных аэрозольных примесей на вентиляционных системах на Армянской АЭС;
- контроль радиационного фона в рабочих помещениях персонала;
- предотвращение чрезвычайных аварийных ситуаций, связанных с техногенными катастрофами.

- Дальнейшие перспективы развития проведенных исследований /созданных технологий

Дальнейшие перспективы развития разработанных и созданных технологий по изготовлению фильтрующих систем и их эксплуатации, связаны со странами, основывающими свою энергетическую политику на АЭС.

Номер в соответствии с Планом работ	Наименование	Статус
1 -001	Персональный компьютер Dell Vostro220MT: Core2 Duo-E7400-2800(ATX)/2x1.5Mb/2048/160Gb/DVD-Rw/Sb/Gether-32/Win Vista HB	Приобретен
2-001	Персональный компьютер Dell Vostro220MT: Core2 Duo-E7400-2800(ATX)/2x1.5Mb/2048/160Gb/DVD-Rw/Sb/Gether-32/Win Vista HB	Приобретен
3-001	Монитор LCD –Monitor 22”Dell E228WFP	Приобретен
4-001	Монитор LCD –Monitor 22”Dell E228WFP	Приобретен
5-001	Принтер Laser HP Laser Jet P1505	Приобретен
6-001	Laser HP Laser Jet P1505 Принтер	Приобретен
7-001	Laser printer Xerox Phaser 3200MFP/B Принтер/ копир	Приобретен

- Возможность коммерческого применения результатов Проекта.

Коммерческое применение результатов Проекта станет более вероятным, когда специалисты АЭС выскажут заинтересованность во внедрении фильтрующих блоков на их станциях.

Более подробно вопросы возможных применений результатов Проекта изложены в Плане применения технологии (Приложение 4).

Приложение 1: Перечень опубликованных докладов и отчетов
“Study of physical regularities in behavior of a wide spectrum of aerosols when filtering using filtration materials”
 R. M. Avagyan, G. H. Haroutyunyan, V. V. Haroutyunyan, V. S. Bagdasaryan, E. M. Boyakhchyan, V. A. Atoyan, K. I. Pyuskyulyan, M. Gerchikov
PROCEEDING of the Yerevan State University, Physical and Mathematical Sciences, N 3, 51-56 2010.

ELECTRO-PHYSICAL PROPERTIES OF SUPER-THIN BASALT FIBERS ON THE BASIS OF ARMENIAN BASALT ROCKS BEFORE AND AFTER CHLORHYDRIC ACID TREATMENT

S. K. Nikoghosyan¹, A. A. Sahakyan¹, V. B. Gavalyan¹, V. V. Harutyunyan¹, A. S. Hovhannisyanyan¹, V. A. Atoyan², K. I. Puskulyan², and M. Gerchikov³

Abstract:

Armenian Journal of Physics, 2010, vol. 3, issue 3, pp. 187-194

S. K. Nikoghosyan, A. A. Sahakyan, V. B. Gavalyan, V. V. Harutyunyan, A. S. Hovhannisyanyan, V. A. Atoyan, K. I. Puskulyan, M. Gerchikov, N. Hakobyan

The influence of hydrochloric acid treatment and temperature on the electro-physical properties of super-thin basalt fibers, Central European Journal of Physics, pp. 1482-1487, 2011. Cent. Eur. J. Phys. V.9, N6 (2011) pp. 1482-1487.

Electro-physical properties of super-thin basalt fiber chemically modified by sulfuric acid

Sergey K. Nikoghosyan¹, Aram A. Sahakyan¹, Vasak B. Gavalyan¹, Vachagan V. Harutyunyan¹, Aghasi S. Hovhannisyanyan¹, Hrant N. Yeritsyan^{1*}, Vovik A. Atoyan², Konstantin I. Puskulyan², Mark Gerchikov³, Narek V. Hakobyan⁴

Journal of Modern Physics- N2, 2011, pp. 1450 -1454

Приложение 2: Перечень презентаций на конференциях и совещаниях
ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF THE MODIFIED SUPERTHIN BASALT FIBER

S.K. Nikoghosyan,¹ A.A.Sahakyan¹, V.B.Gavalyan¹, V.V.Harutunyan¹,
A.S.Hovhannisyan¹, M.Gerchikov²

**11th Europhysical Conference of Defects on Insulating Materials- PECS,
Eurodium 2010, Hungary 12-16 July, Abstract: B110**

**HIGHLY EFFECVTIVE FILTERS ON THE BASIC OF SUPER-THIN
BASALT FIBERS FOR CLEANING OF RADIOACTIVE AEROSOLEs**

Harutyunyan V.V.¹⁾, .Hakopyan N.A²⁾, .Atoyanyan V.A³⁾, Pyuskulyan K.I³⁾,
A.V.Hovhannisyan A.V.⁴⁾

**8th International Conference, Nuclear and Radiation Physics , September 20-
23,2011,Almaty, Kazarhstan,p.270.**

Приложение3:

Информация по патентам и авторским правам

Предложен новый способ выщелачивания супертонкого базальтового волокна. Выполнены все стандартные процедуры по получению патента по теме: «Способ получения сорбента для очистки газов и радиоактивных аэрозолей».

Цель изобретения состоит в повышении сорбционной емкости сорбента и достигается путем обработки – выщелачивания супертонкого базальтового волокна растворами соляной кислоты и серной кислоты при смешанном перемешивании в две стадии обработки и может быть использован в системах газо-аэрозольных очистки.

Патент утвержден Управлением Интеллектуальной Собственности при Республике Армении под номером **AM 20110016**.

Предложенный способ позволяет примерно в два раза повысить сорбционные характеристики фильтровального материала по сравнению с ранее известными методами выщелачивания, что способствует увеличению коэффициента захвата радиационных аэрозольных частиц - 99.95%

Изготовленный по данному способу фильтрующий материал из выщелоченного базальтового волокна был использован в стандартных фильтрующих блоках вентиляционной системы Армянской АЭС. Изготовленные блоки новых фильтров были установлены в вентиляционную систему В2 Армянской АЭС. Ими были заменены серийные фильтры Д-23.

Полученные значения эффективности очистки улучшились и достигли требуемых значений, предъявляемых МАГАТЭ.

Приложение 4: План применения технологии

1. Какие рыночные результаты были достигнуты или ожидаются?

Например: прототип устройства, база данных информации; материалы с определенными характеристиками; компоненты инструментальной системы; производственный процесс; и что сделать или в отношении чего?

(Заполните таблицу ниже по приоритетности)

№	Название результата или разработки, возможного для использования	Вид интеллектуальной собственности	Владелец результата	Намерения по использованию	Примечание
1	Способ получения сорбента на основе супертонкого базальтового волокна для очистки газов и аэрозолей	Патент АМ 20110016	Национальная научная лаборатория им А. Алиханяна (ЕрФИ)	Фильтрующий материал Армянской АЭС	
2					
3					
4					
5					

Типы Интеллектуальной Собственности:

Авторское право – совокупность правовых норм, которые регулируют отношения, связанные с созданием и использованием произведений науки, литературы и искусства, т.е. результатов творческой деятельности людей в этих отраслях. Независимо от назначения и достоинства произведения, а также от способа его выражения.

Патент – документ, удостоверяющий государственное признание продукта интеллектуальной деятельности изобретением, промышленным образцом, селекционным достижением, а также удостоверяющий приоритет, авторство и исключительное право на их использование.

Изобретение – объект правовой охраны. Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Промышленный образец – новое художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид, соответствующее требованиям технической эстетики, пригодное к осуществлению промышленным способом и дающее положительный эффект.

Полезная модель – конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она является новой и промышленно применимой.

Товарный знак – обозначение на товаре (или упаковке) производственными и торговыми предприятиями для индивидуализации товара и его производителя (продавца).

Ноу-хау – технические знания, секреты производства, опыт административный, финансовый, коммерческий или иной, практически применяемые в деятельности данного предприятия, но которые не стали всеобщим достоянием.

а) Какие задачи нужно еще решить для доведения результата или разработки до требований ваших основных ТСО? Как Вы предполагаете их выполнить и в:

Стадия разработки	Результаты (пронумерованные 1-5 в соответствии с таблицей в п. 1)
Базовое исследование	1
Прикладное исследование Оптимизация / Производство прототипа	1
Испытание прототипа	1
Опытный образец / независимое тестирование & демонстрация / Анализ результатов испытаний	1
Прочее	

i. Предоставьте пожалуйста обзор разработанной документации (вид документа, уровень конфиденциальности, название, номер):

.1.1.1 Б) Каков статус интеллектуальной собственности на результат или разработку?

Тип прав на ИС	Территории, номера патентных заявок и патентов	Предшествующие (ВР) или производные (ФР) права
Подана патентная заявка		
Положительное решение по заявке		

Получен патент	АМ 20110016	
Зарегистрирована полезная модель		
Зарегистрирован товарный знак		
Авторские права		
Ноу-хау		
Прочее	Публикации	

1.1.2 В) Приведите приблизительный график деятельности для внедрения результатов проекта:

Деятельность по внедрению результатов	Привлекаемые партнеры	График работ (начиная с... по ...)	Оценка предполагаемых затрат
	ГНЦ РФ ФЭИ им. академика А.И.Лейпунского, ЗАО “Фильтр”, ЗАО “Центр конверсии ФЭИ”, Обнинский Центр естественных Наук и Технологий, РНЦ КИ ИИТ, Обнинский филиал ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я.Карпова, Волжский НИИ ЦБП.	01 -01-2010 30- 10-2011	

а) Каков Ваш План по привлечению ТСО для осуществление спонсирования

Вашего результата?

Включите коллабораторов по проекту МНТЦ, конференции, которые Вы посетили или планируете посетить?

Какие шаги Вы предприняли для выполнения этого плана? Каковы результаты предпринятых шагов? Включите, пожалуйста, не только новые контакты, которые Вы приобрели в целевых институтах, но рыночные знания, приобретенные от ваших коллабораторов по проекту МНТЦ и на конференциях, которые вы посетили?

i. Конференция (ии)

На III -Международном семинаре- (Радиационный мониторинг) ядерных материалов и радиоактивных веществ” ВНИИА им Н. Л. Духова, Москва, Россия; Брукхевенская национальная лаборатория США, 25-29 мая 2009 было проведено бурное обсуждение о необходимых мерах по идентификации радиоактивных источников и установление контроля, согласно рекомендациям МКРЗ и МАГАТЭ.

Профессором Самосадным В Т –Московский инженерно –физический институт (кафедра прикладная ядерная физика), предложены пути дальнейшего совершенствования и развития конструкций по очистке высокоактивных аэрозольных частиц в повышенных зонах радиации.

Профессором Свиридовым А С –ФГУП ВНИИА , обсуждены проблемы по разработке технологии утилизации использованных фильтров после снятия с эксплуатации с Армянской АЭС.

ii. Коллаборатор (ы)

С коллаборатором проекта Марком Герчиковым –Канада в течение выполнения проекта проводились Телеконференции, где обсуждались текущие задачи по проекту и ряд важных рекомендаций по способам изготовления модифицированных сорбентов на основе супертонких базальтовых волокон.

a) **Есть ли у Вас все необходимое на данной стадии проекта для выполнения Вашей цели по независимости команды после окончания проекта? Да/Нет**

b) **Какие дополнительные услуги может предоставить МНТЦ для достижения Вами поставленной цели? Например (отметьте все что приемливо):**

- Помощь в поиске конференций, посещаемых представителями промышленности**
- Помощь в определении стратегии или плана промышленного применения вашей технологии;**
- Помощь в идентификации компаний/организаций, которые могут быть заинтересованы Вашими разработками;**
- Предоставление бизнес/менеджмент обучения;**
- Помощь в совершенствовании маркетинговых знаний;**

- Товар** □ Доступ к платным базам данных;
Компонент □ Патентная поддержка;

2.3. Дополнение “Частный сектор”

- 1. Какое возможное применение технологии (продукта/технологического процессе/индустрии (определите)?**
- а) Каков Код промышленного применения ожидаемого результата (пожалуйста сверьтесь с кодами ИСО)**
- б) Какова стадия технологического процесса или цикла, к которому может быть отнесен Ваш ожидаемый результат?**

Товар: продукт или материал undifferentiated маркой или источником которые конкурирующее на рынке основываясь только на цене.

Компонент: Устройство отличающееся чем - либо, конкурирующее на субконтрактном уровне, основываясь на цене и технических спецификациях, которое интегрировано в более сложную OEM субсистему или систему. OEM (Original Equipment Manufacturer) или на заказ,

Субсистема: агрегат, состоящий из нескольких компонентов

Интегрированная Система: готовый продукт проданный потребителю/покупателю - это может быть OEM (Integrated System: The end-product sold to the User / Customer –это может быть продукция OEM (индивидуальный, массовый) или на заказ.

Каждая фаза предполагает добавление стоимости; таким образом, в связи с тем, что нишей для применения результата является “Интегрированная система”, стоимость играет маленькую роль в общей конкурентноспособности. Даже если “продуктом” является информационный продукт или услуга, пожалуйста, опишите также его использование в рамках технологического цикла. Запомните, что единственным наиболее большим источником инвестиций в частном секторе в технологическую коммерциализацию из одной компании в другую является инвестиции от покупателя к поставщику (например, от OEM к поставщику компонентов или субсистемы, с которыми у него постоянные торговые отношения).

- с) Пожалуйста, представьте краткое описание известного технологического процесса (дайте определение) и его модификаций**
- i. Физические принципы**
 - ii. Последовательность операций**
 - iii. Схематическое описание конкретных технологий , использованных в определенных технологических процессах/циклах**

Пожалуйста, опишите возможное применение(я) технологии (продукта) в конкретном технологическом цикле (дайте определение)

1. Разработанные фильтры имеют высокий коэффициент очистки, улучшенные аэродинамические и механические характеристики, длительный ресурс работы, обладают повышенной термостойкостью (до 1500°C) и химической стойкостью, огнестойкостью, сохраняют эффективность в условиях повышенной влажности (до 100%). Ионизирующее излучение, а также длительное хранение фильтров не сопровождается снижением технических характеристик фильтров.

Технология производства базальтового волокна при всей своей внешней кажущейся простоте представляет собой довольно сложные процессы. Ранее широкое применение супертонких базальтовых волокон сдерживалось сложностью промышленного оборудования и технологиями их производства. Технологии производства базальтовых волокон при всем внешнем подобии значительно отличаются от производства стеклянных волокон, что связано с рядом факторов:

- a) химический состав базальтов существенно отличается от стекла;
- b) расплавы базальтов непрозрачны для теплового излучения;
- c) базальты - это уже готовое природное сырье, гомогенизированное по химическому составу;
- d) в процессе плавления базальтов нет операций, присущих при варке стекла, осветления, остужения и др.

1.1.3

- i. Оценка технической эффективности (продукта) (ускорение процесса, улучшение качества и/или вклад в уникальность технических характеристик, упрощение процесса с точки зрения квалификации персонала и т.д.) в сравнении с существующими техническими подходами (было бы неплохо представить материалы в графическом виде – таблицы, диаграммы).

2.3.1.1.1 *Например: каковы преимущества вашего результата над существующими промышленными образцами и/или уникальными разработками(industry standard “best practices” and / or state-of-the-art?)*

Спецификации	Результат Проекта МНТЦ	Конкурент 1 (определите)	Конкурент 2 (определите)
Точность			
Эффективность	99.95-8%		
Качество	высокий коэффициент очистки,		
Цена	Себестоимость низкая		

Пожалуйста, сравните технические характеристики, например, вашего устройства, инструмента, компонента, услуги, возможности с уже существующими на рынке. Как другой пример, закончите пожалуйста следующее предложение:

Технические характеристики.

Номинальная производительность по воздуху(газу),м3/ч	3500
Эффективность очистки по стандартному масляному туману,%	99,95
Максимальная концентрация аэрозолей в очищаемой среде, мг/м3	до 1
Сопротивление потоку воздуха , Па рабочее	300
максимально допустимое	1500
Относительная влажность очищаемой среды (t £ 30 С0) ,%	до 100
Габариты ,мм	630x630x630
Средний диаметр волокон	1-3мкм
Температура применения	от -260 до +750 ⁰ С

На атомных электростанциях России и в ряде ЕС, а также стран пост советского пространства наибольшее применение имеют фильтрующие материалы «ФП» (фильтры Петрянова), состоящие из ультра дисперсных волокон полимерных смол, нанесенных в процессе получения на тканевую подложку. Фильтры Петрянова обеспечивают высокую эффективность очистки при сравнительно низком аэродинамическом сопротивлении.

На атомных станциях ежегодно используются 200 пакетных фильтров (0,5м³ объемом каждый) типа Д-23Л, что обеспечивает эффективную очистку воздуха и снижение выбрасываемой активности до допустимых норм. При нормальной эксплуатации АЭС, когда радиоактивные выбросы представлены в основном аэрозолями с размером частиц 1-20 мкм с низкой концентрацией порядка 0,1-0,5 мг/м³, фильтры Петрянова функционируют достаточно эффективно. Фильтры ФП на АЭС меняются ежегодно. Замена фильтров Петрянова сложная и дорогостоящая операция. Кроме того, вопросы утилизации использованных фильтров до сих пор не решены. Их нельзя сжигать из-за выделения токсичных веществ. При их захоронении остаются открытыми вопросы пожароопасности, выделения токсических веществ, кроме того, они занимают большие объемы.

В настоящее время повсеместно техника тонкой очистки вентиляционного воздуха атомных электростанций от радиоактивных высокодисперсных аэрозолей базируется на волокнистых фильтрах. Применение на АЭС фильтров на основе супертонкового базальтового волокна приведет к следующим преимуществам по сравнению с ФП:

- Более высокая температура применения. Супертонкое базальтовое волокно можно постоянно эксплуатировать при 750⁰С и до 900⁰С краткосрочно.
- Не разрушается при действии теплосмен «нагрев-охлаждение». При циклическом действии температуры сохраняет свои

характеристики и геометрические формы.

- Низкая плотность и высокая термостойкость.
- Химическая стойкость.

- Долговечность

3“До существования моего результата” люди покажите кто или какие компании решали проблему покажите какую задачу или проблему следующим образом. Тем не менее, покажите инновацию позволяет покажите кому выполнить что более лучшим (как?) сильным, быстрым, более дешевым способом.

- Оценка экономической эффективности (продукта) (расчет изменения цены продукта или услуги при условии массового производства, расчет стоимости внедрения пилотного технологического оборудования (продукта) в существующий процесс (дайте определение):
- Оценка экологических последствий внедрения/использования Продукта:

Применение на АЭС фильтров на основе супертонкого базальтового волокна приведет к следующим преимуществам по сравнению с ФП:

- Негорючесть, пожаробезопасность и взрывобезопасность.
- Экологическая чистота. Не содержит органических, канцерогенных веществ.
- Долговечность
- Не подверженность грибкам и плесни.

а) Пожалуйста, оцените техническое состояние технологических процессов в индустриально развитых странах и РФ. Каков статус технического развития технологических процессов в вышеупомянутых странах (фундаментальные, прикладные исследования, НИОКР или индустриальное внедрение).

- Существование промышленных компаний использующих (технологический процесс)

ГНЦ РФ ФЭИ им. академика А.И.Лейпунского, ЗАО “Фильтр”, ЗАО “Центр конверсии ФЭИ”, Обнинский Центр естественных Наук и Технологий, РНЦ КИ ИИТ, Обнинский филиал ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я.Карпова, Волжский НИИ ЦБП, Компания-Нафтарос, Украинско-российская фирма- ИНЭК,ННЦ – Харьковкий физико-технический институт, Институт проблем материаловедения им И Н Францевича НАН

- ii. Их размер (составьте список компаний и организаций, определите дату начала деятельности)
 - iii. Основные направления/тенденции в их НИОКР, проведенных в поддержку развития (технологического процесса)
 - iv. Их уровень интенсивности, финансирования, организации и исполнителей.
- a) Какие из Компаний/предприятий, вовлеченных в (технологический процесс) (см. п. еі выше), предоставляют аналогичные (конкурирующие) продукты или услуги¹ на такой же фазе производственного цикла, которые Вы определили (п.1b данного дополнения):

Пожалуйста, включите сюда название Компании, контактную информацию о подходящем Представителе и статус Ваших отношений с этой Компанией. Представителем Компании)

- b) Укажите список Компаний в Вашей отрасли (п. і. выше), которые предоставляют аналогичные (конкурирующие) услуги или продукты* вблизи² фазы в производственном процессе, который Вы определили (п. 1b данного дополнения):
- c) b) Как Вы охарактеризуете Отрасль, включая:
- i. Каков юридический статус, размер, возраст и форма собственности (если применимо) конкурентов по продажам продуктов или услуг, если это частный сектор?
 - ii. Структура внутренних взаимоотношений между суб-контрактерами, контрактерами и покупателями?
 - iii. Каков механизм “продаж” или получения финансирования от них?
 - iv. Является ли ваш технический результат конкурентноспособным на рынке, если нет, какие шаги Вы планируете предпринять для того, чтобы он таковым стал? Имеются ли у Вас другие результаты, которые могут занять нишу на этом рынке? Будут ли исследованы другие рынки?

1. Какова Ваша “Стратегия образования” и как она оправдана?

- a) Каков ваш целевой рынок, размер рынка (в единицах продукции и денежных средствах), на какую долю рынка Вы предполагаете претендовать с началом индустриального применения Вашей технологии?
- b) Как Вы охарактеризуете Вашу разработку, если она будет внедрена:
- Революционная (аналогичных технологий на рынке не существует)?
 - Прорыв (инновационный подход/решение традиционной проблемы)

¹ Или, инвестирующие в компании предоставляющие такие услуги/продукты

² “вблизи” означает, что Вы охарактеризовали ваш результат как “компонент” в то время как компании находятся в “суб системной интеграции”, например.

- **Изготовить опытную партию фильтров, достаточную для применения на одной из вытяжных систем Армянской АЭС.**
- **Установить фильтры на вытяжной системе ААЭС и осуществить авторский надзор эксплуатации системы в течение одного года.**

□

- Прибыльное улучшение/прогресс в экспериментальном образце (т.е. увеличение в определяющих факторах конкурентноспособных преимуществ – стоимость, чувствительность, условия деятельности, прочая эффективность).

с) Как Вы предвидите коммерциализацию/индустриальное применение ожидаемых результатов?

(Выберите один вариант и объясните почему Вы его выбрали. Ответ на данный вопрос зависит от навыков и желаний членов команды проекта.)

▪ **Инвестиции от постороннего источника такого как Венчурный капитал**

Результатом будет частная дочерняя компания, и ключевые участники проекта будут обязаны уволиться из своих институтов и стать сотрудниками и техническими специалистами компании. Для успешного инвестирования такого типа требуются маркетинговые исследования и инвестиции выделяются на основании бизнес плана.

▪ **Стратегическое партнерство**

...включая инвестиции средств и предоставление маркетинговой экспертизы.

Результатом будет совместное предприятие, и ключевые участники проекта будут обязаны уволиться из своих институтов и стать сотрудниками и техническими специалистами компании; решения принимаемые компанией будут пропорционально учитывать интересы стратегического партнера. Владелец (ы) интеллектуальной собственности будут акционерами (т.о. сохранить интерес) внося это как акции в компанию, так же как стратегический партнер вносит фонды/экспертизу как акции в компанию.

▪ **Контрактный НИОКР**

...или другая компания технических услуг.

Результатом будет деловое объединение (внутри или вне) института для предоставления услуг клиентуре на основе вознаграждений. Клиентура обычно не инвестирует в компанию технических услуг, тем не менее инвестиционные средства могут быть привлечены как стартовый капитал для такой компании.

▪ **Дистрибуторство**

Результатом будет производство деловым объединением (внутри или вне) института, основанным на технологии, поддерживаемой продажей продукта дистрибутеру, который перепродает этот продукт. Дистрибутор обычно не вкладывает средства в деловое объединение для организации или улучшения производственных мощностей..

▪ **Лицензирование**

2.3.1.1.1.1 Результатом будет лицензирование интеллектуальной собственности владельцем (ами), например институтом, которое приведет к образованию доходных статей для владельца.

Определить все технические характеристики фильтрующей системы и на их

основе получить лицензию от регулирующего органа Республики Армения – Национальная научная лаборатория им А. Алиханяна.

а) Какие из компаний из вышеуказанных списков будут наиболее приемлемыми кандидатами для такого типа отношений (раздел с выше) для Ваших участников Проекта по коммерциализации полученных Технологических Результатов:

i. Примите во внимание информацию, предоставленную выше о технологических результатах и вашей команде проекта:

Форма собственности и виды интеллектуальной собственности: Например, не запатентовано, или каким-либо другим способом юридически не защищенная ИС не может быть лицензирована. Технические возможности и ноу-хау являются основой для контрактного НИОКР и/или компаний, предоставляющими контрактные инженерные/НИОКР услуги за вознаграждение.

Динамика отрасли: Например, Биотехнологические, фармакологические и химические отрасли обладают высокой ИС интенсивностью, компании поддерживают свой уровень основываясь частично на своих патентных и лицензионных портфолио. Другие отрасли, такие как телекоммуникационные и информационных технологий полагаются на отраслевые стандарты и таким образом, сами заинтересованы в распространении своих технологий и их рост происходит настолько быстро ИС на которую подается патент становится устаревшей до того как патент выпущен.

Размер рынка и его состав: Например, маленький, но быстрорастущий, техноло ориентированный рынок будет поделен между многими маленькими игроками (маленькими начинающими компаниями), в то время как тенденция хорошо устоявшийся рынок это доминирование небольшой группы устоявшихся (больших) компаний. Таким образом, если рынок для вашей технологии нов или еще не существует, финансировании венчурно капитала в стартовый капитал скорее всего принесет результат. С другой стороны, если ваша технология улучшает продукт или услугу на существующем рынке, стратегическое партнерство с покупателем технологического продукта может быть удачной стратегией “образования”.

Стадия технологического цикла и ваша характеристика равнодействующей технологии: Например: революционная технология не является хорошим кандидатом для дистрибуторства или лицензионных договоров так как рынок переполнен или не существует. Значительное улучшение существующего продукта для большого, хорошо развитого рынка является хорошим кандидатом для стратегического партнерства, лицензирования или дистрибуции.

ii. Охарактеризуйте пять лучших Компаний и объясните почему ваш технологический результат, команда Проекта и стратегия “Образования” сравнимы с их корпоративной культурой:

	Компания	Размер/Юр.статус/Орг.	Внешняя	Финансо	СНГ /
--	----------	-----------------------	---------	---------	-------

		Структура	Исследовательская “Культура”? Прецеденты прямых инвестиций? ИС-интенсивность?	вый климат, уменьшение/разнообразие, рост	Международный опыт – рынок? Внешние источники НИОКР? приобретение?
1	Компания-Нафтарос, РФ		Технические подходы		Энергетическая политика СНГ и ЕС для АЭС
2	Украинско-российская фирма-ИНЭК,ННЦ				
3	Харьковский физико-технический институт,				
4	ГНЦ РФ ФЭИ им. академика А.И.Лейпунского, ЗАО “Фильтр”,				
5	Обнинский Центр естественных Наук и Технологий, РНЦ КИ ИИТ				

2.4. Дополнение “Государственный Сектор”

а) Какие типы Государственных организаций сохраняют интерес в развитии данной технологии?

- НИОКР – финансирующие организации для развития фундаментальных/прикладных наук
- Организации/Программы нераспространения
Комитет по регулированию Ядерной безопасности при правительстве Республики Армении,

- Другое (опишите пожалуйста).
- b) Какие существуют виды Государственных организаций, которые финансируют виды исследований (техническая сфера) в которые вы вовлечены?**
- Иностраннные государственные организации (такие как Департамент Энергии США)
 - Государственно финансируемые, неправительственные организации (такие как Национальная Академия Наук)
 - Местное Правительство, (Правительство Российской Федерации, Казахстан, Армения, Грузия, Киргизия, Белоруссия)
 - Международные и Межправительственные Организации (такие как IAEA или WHO)
 - Международные Научные Организации (такие как CERN)
 - Учреждения высшего Образования
 - Частные Филантропические Организации
- c) Знаете ли Вы другие программы/организации, которые могут профинансировать будущее развитие ваших исследований? Если да, то какие?**
- d) Знаете ли Вы требования, процедуры по предложению, и время/процедуры одобрения для такой/таких организаций? Если да, то каковы они?**
- e) На какие государственные организации вы ориентированы для финансирования исследований и/или развития этой технологии в вашем Институте?**

Пожалуйста, включите сюда название Организации, контактную информацию о подходящем Представителе и статус Ваших отношений с этой Организацией. Представителем Компании

- f) Каковы временные рамки для предоставления предложения/одобрения в этой/этих организациях?**
- g) Какие конкретные планы/обязательства/намерения были предприняты, осуществлены с какими Организациями для применения ваших технологий, возможностей, развитых в результате проекта МНТЦ?**
- h) Есть ли у Вас все необходимое для достижения Ваших целей по развитию независимости вашей команды проекта по окончании проекта Да / нет & объясните : ДА**

Объектом коммерциализации являются аэрозольные фильтры нового поколения, предназначенные для очистки воздуха (газов) производственных помещений, а также предотвращения выбросов в атмосферу радиоактивных и токсичных аэрозолей различного происхождения. Организации, предполагающиеся участниками Проекта, имеют достаточный опыт в проведении перечисленных выше работ Опыт, полученный при выполнении

проекта, может быть применен странами, основывающими свою энергетическую политику на эксплуатации и строительстве новых АЭС.

i) Какие дополнительные услуги может Вам предоставить МНТЦ для достижения Вашей цели? Например (упомяните, если возможно):

МНТЦ может рекламировать достижения полученные в рамках данного проекта, а именно изготовление фильтров на основе супертонкого базальтового волокна, его технологический цикл, учитывая значительную дешевизну по сравнению с фильтрами Петрянова, а также другими высокоэффективными фильтрами на различных научных конференциях и выставках.