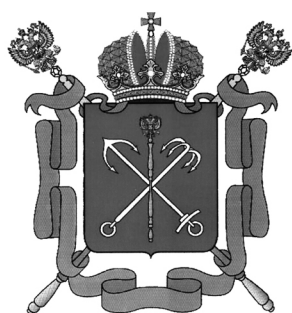


**Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**



НАУКА И ИННОВАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ
МАТЕРИАЛЫ ДВЕНАДЦАТОГО ВСЕРОССИЙСКОГО ФОРУМА СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

24 – 26 октября 2018 года

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2018

Наука и инновации в технических университетах : материалы Двенадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2018.– 181 с.

В сборнике публикуются материалы докладов, представленных на секциях Одиннадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и инновации в технических университетах»: «Прикладные разработки и моделирование в области инженерных наук», «Информационные технологии и системы», «Новые материалы и технологии», «Энергоресурсосбережение и экология», «Физические науки», «Экономика и управление», «Инновационные технологии в образовании».

Представляет интерес для специалистов в области фундаментальных, технических и гуманитарных наук.

Печатается по решению
Совета по издательской деятельности Ученого совета
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

СЕКЦИЯ

***«ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»***

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ДИ-2-ЭТИЛГЕКСИЛФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ РАСТВОРОВ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Д.А. Алферова, В.В. Сергеев, О.В. Черемисина

Санкт-Петербургский горный университет, кафедра химических технологий

Производство минеральных удобрений является одним из наиболее развитых сегментов химической промышленности. Ежегодно в данном секторе Российского производства выпускается более 20 млн тонн продукции (в пересчете на 100% питательных веществ), приблизительно пятая их часть — это фосфорные удобрения.

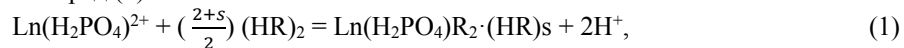
Сырьем для синтеза фосфорсодержащих удобрений служит апатитовый концентрат. Помимо основного компонента P_2O_5 , он содержит около 1% редкоземельных металлов (РЗМ). Россия перерабатывает до 10 млн тонн апатита ежегодно. При условии извлечения металлов из всего перерабатываемого в России апатита, их количество превысило бы половину современной мировой потребности в РЗМ. Достоинствами апатитового концентрата также являются повышенное содержание РЗМ средней и тяжелой групп, нерадиоактивность сырья и удобство внедрения стадии получения металлов в производство минеральных удобрений.

В исследовании рассматривается извлечение РЗМ из экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), получаемой в процессе кислотной переработки апатита на фосфорные удобрения. Этот источник является практически готовым сырьем РЗМ, не требующим предварительной обработки (измельчения, растворения, обогащения), что обуславливает его потенциальную экономическую привлекательность.

Использование экстракционных методов извлечения РЗМ, основанных на реакциях комплексообразования с органическими реагентами, позволяет разделять близкие по химическим свойствам элементы.

В качестве объектов исследования механизма экстракции редкоземельных металлов легкой, средней и тяжелой групп органическим экстрагентом ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК) использовали растворы фосфорной кислоты, моделирующие состав ЭФК, содержащие 3,67–5,78 моль/кг H_3PO_4 , 0,23 моль/кг H_2SO_4 и 0,09–0,1% Ln, где Ln – сумма РЗМ.

Предложено химическое уравнение реакции, описывающее процесс экстракции РЗМ Д2ЭГФК из концентрированных фосфорнокислых сред (1).



где s – количество сольватирующих молекул кислоты, $Ln(H_2PO_4)^{2+}$ – комплексные ионы РЗМ (3+).

Определены сольватные числа в экстрагируемом комплексе и рассчитаны термодинамические константы экстракционного равновесия. Установлены зависимости между увеличением сольватных чисел от неодима до иттербия и ростом относительной устойчивости хелатных комплексов РЗМ с экстрагентом. По определенным значениям энергии Гиббса процесса экстракции представлен ряд экстрагируемости ионов РЗМ, позволяющий прогнозировать процесс экстракционного разделения РЗМ.

На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны коэффициенты разделения смежных пар РЗМ в зависимости от концентрации Д2ЭГФК в керосине. Сделан вывод о возможности разделения РЗМ на основании различной прочности получаемых соединений без изменения физико-химических свойств основного продукта – ЭФК.

МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ ТОЧКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ОТРЕЗКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ СФЕРОИДА

В.А. Ботнев

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В геодезии и многочисленных приложениях навигации достаточно часто возникает задача нахождения точки пересечения двух отрезков на поверхности сфероида. Рассмотрим примеры реальных задач навигации, требующих определять точку пересечения двух отрезков. В навигации и геодезии поверхность Земли рассматривается как эллипсоид вращения. На такой поверхности чаще всего используют два типа «геометрии»: локсодрома и ортодрома. Локсодрома – это линия постоянного курса, т.е. угол между этой линией и любым меридианом, ее пересекающим, остается постоянным. Ортодрома – это линия минимальной кривизны на поверхности, в частности, ортодромой является кратчайшая линия, соединяющая две точки поверхности.

Прямолинейным решением данной задачи является минимизация функции расстояния от точек одного отрезка до другого отрезка. Если минимум функции окажется нулевым, то можно говорить о факте пересечения

этих отрезков. Проблема такого подхода заключается в значительной трудоемкости, так как расстояние от различных точек одного отрезка до второго отрезка придется находить многократно, а процесс нахождения этого расстояния трудозатратный сам по себе [1, 2]. Эта трудоемкость, в первую очередь, связана с тем, что в процессе решения приходится многократно решать прямую и обратную геодезические задачи. Прямая геодезическая задача – это нахождение конечной позиции по азимуту из начальной точки и пройденному расстоянию. Обратная задача заключается в нахождении азимута и расстояния по координатам начальной и конечной точек. Даже решение этих «элементарных» задач не является тривиальным [1, 2].

Одним из подходов к решению задачи нахождения пересечения отрезков на поверхности Земли является сведение задачи на сфероиде к задаче на плоскости. Т.е., если найти такое обратимое непрерывное отображение отрезка на плоскость, чтобы его образ на этой плоскости был прямолинейным отрезком, то прообраз точки пересечения и будет решением исходной задачи. Отображение поверхности Земли на плоскость – это картографическая проекция, поэтому ключом к решению задачи будет правильный выбор такой проекции.

В случае с локсодромическими отрезками (отрезок линии постоянного курса) такой выбор достаточно однозначен. Достаточно обратиться к проекции Меркатора [3], основной картографической проекции в морской навигации, в которой все меридианы отображаются вертикальными линиями, а параллели – горизонтальными. При этом все углы при отображении сохраняются. Для такой проекции все локсодромы на сфероиде переводятся в прямые линии на плоскости. При этом искомая точка пересечения двух локсодром по сути сводится к задаче нахождения точки пересечения двух отрезков на плоскости.

В случае же с ортодромическими отрезками (кратчайшая линия, соединяющая две точки сфероиде) выбор проекции не столь однозначен. Создание эффективного алгоритма для нахождения точки пересечения двух ортодромических отрезков и доведение его до промышленного программного продукта является предметом данного доклада.

Для сферы перевод ортодром в прямые на плоскости можно реализовать проецированием точек сферы из центра сферы на касательную плоскость (касающуюся сферы в центре проекции). Проекция, реализованная по такому принципу, называется гномонической [3]. Для сфероиде, каковым является Земля, нельзя предложить в точности такое же решение в силу непостоянства кривизны поверхности, но есть проекции, которые преобразуют ортодромы в прямые на плоскости с некоторой точностью. Такие проекции также называются гномоническими. Было предложено несколько вариантов таких проекций. Автор статей [4, 5] предлагает для сфероиде вариант гномонической проекции с меньшими искажениями из всех широко известных гномонических проекций.

Если для сферы гномоническая проекция переводит ортодромы в прямые, то для сфероиде ортодромы преобразуются в кривые на плоскости, которые очень близки к прямым. Чем ближе отрезок ортодромы к центру гномонической проекции, тем меньше отображение этого отрезка отличается от прямолинейного отрезка на плоскости.

Предлагаемый в статьях [4, 5] подход заключается в том, чтобы найти точку пересечения ортодромических отрезков путем перехода на плоскость с помощью гномонической проекции и последующим определением точки пересечения уже прямолинейных отрезков. Найденная так точка пересечения будет представлять истинную точку пересечения ортодромических отрезков с некоторой погрешностью в позиции. Причем чем дальше такая точка от центра проекции, тем больше эта ошибка. Для устранения погрешности центр проекции в идеале должен совпадать с определяемой точкой пересечения, что достигается итерационно методом последовательных приближений. Автор статей [4, 5], основываясь на свойствах предложенной им гномонической проекции, утверждает, что у этого алгоритма квадратичная скорость сходимости. Но такой подход требует серьезной доработки для его практического применения в силу следующих недостатков:

1) Не учитывается случай, когда отрезки не пересекаются, что не позволит алгоритму завершиться. Если отрезки не пересекаются, то указанный алгоритм затратит много времени для получения «ложного» решения или не найдет его совсем.

2) Гномоническая проекция работает только в пределах примерно половины поверхности сфероиде вокруг центра этой проекции. Поэтому далеко не все конфигурации пар отрезков (даже заведомо пересекающихся) могут «поместиться» в проекцию. Более того, в процессе последовательных приближений «примерная» позиция точки пересечения может сдвинуться так, что какие-то точки концов исходных отрезков могут уже не «попасть» в очередную проекцию.

3) Не оговаривается задание начального приближения точки пересечения. Этот выбор существенно влияет на количество итераций, а при плохом приближении сходимости вообще не будет.

Перейдем к устранению первого отмеченного недостатка. Чтобы гарантированно выяснить, пересекаются ли два отрезка АВ и CD, нужно определить направления из какого-либо конца каждого отрезка на остальные точки, данные в задаче. Если направление из А на В находится между направлениями из А на С и D (условие 1) и одновременно направление из С на D находится между направлениями из С на А и В (условие 2), то отрезки пересекаются. Назовем этот метод методом направлений. Он требует последовательного решения пяти обратных геодезических задач.

Теперь обратимся к устранению второго недостатка. В дальнейшем для поиска точки пересечения будут применяться гномонические проекции, с центрами в пределах одного из отрезков. Поэтому перед применением метода проекций нужно гарантировать, что расстояние от любой точки любого отрезка до всех остальных точек будет меньше, чем половина меридиана. Для этого, как только был установлен факт пересечения отрезков, нужно разбить исходные отрезки на части меньшие четверти длины меридиана и определить те из них, на которых

реализуется пересечение. Метод направлений позволяет при определении факта пересечения частей отрезков использовать результаты решения обратных геодезических задач для целых отрезков.

На данном этапе предполагается, что все шаги по выяснению факта пересечения отрезков уже проделаны, и выяснилось, что отрезки пересекаются. Тогда после устранения второго недостатка длина каждого из полученных на предыдущем этапе отрезков не будет превышать четверти меридиана. Теперь необходимо обратиться к устранению последнего недостатка алгоритма 1 и выбрать точку начального приближения. В качестве нее берется тот конец первого отрезка, где реализуется минимальное расстояние до одного из концов другого отрезка. При этом где бы ни находился центр гномонической проекции в пределах первого или второго отрезка, оба отрезка будут «целиком помещаться» в эту гномоническую проекцию, что обеспечивает гарантированную работоспособность метода проекций.

С учетом вышеизложенного, предлагается следующий алгоритм, лежащий в основе реализованного промышленного программного продукта:

Шаг 1. Точка начального приближения (определенная согласно предыдущему разделу) используется как центр первоначальной гномонической проекции.

Шаг 2. Концы отрезков переводятся в эту проекцию. Исходя из того факта, что отрезки ортодром преобразуют в линии, близкие к прямолинейным отрезкам, определяется точка пересечения получившихся отрезков в проекции. Определяется прообраз этой точки на поверхности эллипсоида.

Шаг 3. Определяется расстояние между центром гномонической проекции и прообразом найденной точки пересечения отрезков в плоскости проекции. Если это расстояние меньше исходно заданной точности (например, 1 метр), то в качестве точки пересечения берется вышеупомянутый прообраз и работа алгоритма прекращается. Если же расстояние оказалось больше заданной точности, то найденный прообраз используется как центр новой гномонической проекции и осуществляется переход к шагу 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботнев В.А., Устинов С.М. Методика определения расстояния между точкой и линией в геодезии // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 6(234). – С. 33–44.
2. Ботнев В.А., Устинов С.М. Методы решения прямой и обратной геодезических задач с высокой точностью // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 3(198). – С. 49–58.
3. Bugayevskiy L.M., Snyder J.P. Map Projections: A Reference Manual // Taylor & Francis, London 1995. 352 p.
4. Karney C.F.F. Geodesics on an ellipsoid of revolution // Technical report. SRI International, Febr. 2011.
5. Karney C.F.F. Algorithms for geodesics // J. Geodesy. 2013. Vol. 87(1). P. 43–55.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ КОДИРУЮЩЕЙ АПЕРТУРЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОРОТКОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.С. Васильев, А.В. Васильева
Университет ИТМО

Кодирующая апертура является устройством для формирования изображения и может служить альтернативой линзовым системам там, где их применение невозможно или нецелесообразно. Широкое распространение эти устройства получили для визуализации источников излучения высокой энергии [1–3], а также для формирования изображений в оптическом диапазоне спектра, в частности, в компактных безлинзовых камерах [4]. Учитывая широкую потенциальную область применения кодирующей апертуры, актуальным является исследование её функционирования и методов эффективного использования. В работе показан принцип работы кодирующей апертуры, проведено моделирование процесса формирования и реконструкции изображений, предложен метод оценки качества реконструированного изображения.

Принцип работы кодирующей апертуры поясняется рис. 1. Источник излучения S проходит через кодирующую апертуру, представленную в виде двумерной матрицы A , элементы которой равны либо 0 (непрозрачный), либо 1 (прозрачный). В результате в плоскости детектора образуется теннеграмма N , которая представляет собой закодированное изображение источника. Восстановленное изображение источника I можно получить путём математической обработки теннеграммы N , а именно ее свертки с матрицей декодирования G :

$$I = N * G = (S * A) * G. \quad (1)$$

Матрица декодирования G соответствует матрице апертуры A , являясь ее корреляционной инверсией. Отметим, что в уравнении (1) подразумевается не линейная, а циклическая двумерная свертка, в ходе которой каждый элемент $I(x, y)$ изображения I вычисляется следующим образом:

$$I(x, y) = \sum_{u=0}^{N_1-1} \sum_{v=0}^{N_2-1} N(u, v) G(x-u, y-v), \quad (2)$$

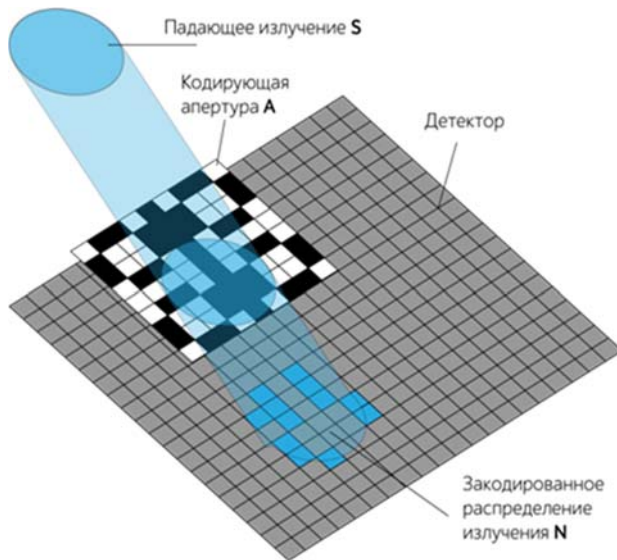


Рис. 1 Принцип действия кодирующей апертуры

где N_1, N_2 – размер изображений I, N, G по горизонтали и вертикали соответственно. На практике эта операция реализуется через дискретное преобразование Фурье:

$$I = \text{Re} \left[F^{-1} (\hat{N} \circ \hat{G}) \right], \quad (3)$$

где \hat{N}, \hat{G} – Фурье-образы изображений N и G соответственно, \circ – произведение Адамара, F^{-1} – операция обратного преобразования Фурье.

Существует несколько вариантов конфигурации кодирующей апертуры, при этом для любой из них справедливы соотношения (1)–(3). На сегодняшний день наиболее популярной является маска типа MURA (Modified Uniformly Redundant Array) [5]. Она проста в реализации и универсальна. В зависимости от материала, толщины и ранга, она может применяться для любого спектрального диапазона от гамма- до инфракрасного [6].

Оценка качества восстановленного изображения I_r по сравнению с исходным I_e проводилась с использованием критериев прямой (контраст, энергия, однородность) и совместной (чёткость, среднеквадратическая ошибка, индекс структурного сходства) оценки.

В ходе моделирования изображения кодировались с помощью маски MURA, а затем восстанавливались. Целью моделирования являлось исследование влияния конфигурации ранга маски на реконструированное изображение, поэтому кодирование производилось с помощью масок различного ранга (простые числа в диапазоне от 3 до 250).

Результаты моделирования изображений, различающихся содержанием и структурой, показали, что ранг 55 ± 5 является оптимальным как с точки зрения качества реконструированного изображений, так и при физической реализации маски. При дальнейшем увеличении ранга существенного уменьшения различий не происходит. Ранг $p=55 \pm 5$ также является оптимальным с точки зрения физической реализации маски. Для большинства существующих на сегодня матричных фотоприемников размер минимального элемента маски такого ранга равен примерно 50 мкм. Такую маску технологически возможно реализовать разными методами, такими как лазерная резка, лазерная и ультрафиолетовая печать, импульсное лазерное испарение металла и т.д. При увеличении ранга маски, размер минимального элемента уменьшается, и реализация маски становится затруднительной или невозможной.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-00048).

ЛИТЕРАТУРА

1. Del Monte E. et al. An X-ray imager based on silicon microstrip detector and coded mask // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2007. – Т. 576. – №. 1. – С. 191–193.
2. Belanger G. et al. Detection of hard X-ray emission from the Galactic nuclear region with INTEGRAL // The Astrophysical Journal Letters. – 2004. – Т. 601. – №. 2. – С. L163.
3. Woolf R.S. et al. An active interrogation detection system (ACTINIDES) based on a dual fast neutron/gamma-ray coded aperture imager // Homeland Security (HST), 2012 IEEE Conference on Technologies for. – IEEE, 2012. – С. 30–35.
4. Asif M.S. et al. FlatCam: Replacing Lenses with Masks and Computation // ICCV Workshops. – 2015. – С. 663–666.
5. Gottesman S.R., Fenimore E.E. New family of binary arrays for coded aperture imaging [Текст]: Gottesman S.R. // Applied optics. – 1989. – V 28 (20). – P. 4344–4352.
6. Ivanov O.P. et al. Portable X-ray and gamma-ray imager with coded mask: performance characteristics and methods of image reconstruction // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 1999. – Т. 422. – №. 1–3. – С. 729–734.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ КОСЫ

*А.А. Власов, А.С. Алейник, М.Ю. Плотников, А.Н. Аширов, Е.А. Моторин
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)*

Область сейсмической разведки месторождений полезных ископаемых всегда обладала высокой степенью важности для Российской Федерации. В настоящее время разведка полезных ископаемых в области континентального шельфа имеет чрезвычайное значение для будущего нефтегазового комплекса и промышленности в целом, ведь в мировой экономике, несмотря на сложную экономическую ситуацию, сохраняются тенденции неуклонного наращивания потребления нефти и нефтепродуктов, которые составляет 2–3 т на человека в год в странах – лидерах экономического развития. Для дальнейшего освоения арктического шельфа и открытия новых месторождений необходимо проведение на нем геофизических сейсморазведочных работ. Такие работы выполняются при помощи так называемых сейсмических кос. Исторически были первыми и в настоящее время наиболее распространены пьезоэлектрические косы, обладающие рядом неустраняемых недостатков: низкая чувствительность, высокие шумы буксировки, обусловленные обратным пьезоэффектом и наводкой шумов при сжатии диэлектрических составляющих гидростатическим и гидродинамическим давлением, высокая стоимость, высокие массогабаритные параметры. В настоящее время в Университете ИТМО совместно с АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор" в рамках гранта № 2017-218-09-043 ведется разработка волоконно-оптической сейсмической косы, основанной на системе волоконно-оптических интерферометрических фазовых датчиков. Однако и такие системы имеют тенденцию к снижению своих точностных параметров при воздействии на них внешних шумов и вибраций при работе в реальных условиях.

Цель данной работы: исследование механизма влияния возникающих при работе в реальных условиях паразитных воздействий (внешние шумы и вибрации) на работу волоконно-оптических интерферометрических измерительных систем, поиск путей их защиты в целях повышения их точностных и эксплуатационных характеристик. Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время волоконно-оптические фазовые интерферометрические датчики (ВОИФД) получают все более широкое распространение в качестве чувствительных элементов (ЧЭ) различных измерительных систем (волоконно-оптические гироскопы, датчики тока и напряжения, сейсмические косы и многие другие). Таким датчикам присущи следующие достоинства: низкие массогабаритные параметры ЧЭ, чрезвычайно высокая чувствительность (измерения происходят интерферометрическим способом), взрыво- и пожаробезопасность (оптическое волокно является диэлектриком), абсолютная нечувствительность ЧЭ к внешнему электромагнитному полю (чрезвычайно высокая помехозащищенность), возможность размещения ЧЭ в агрессивных средах (температурное воздействие, химическая активность и т.д.), возможность мультиплексирования большого количества датчиков на одном волокне (создание пространственных измерительных массивов). Таким образом, успешное выполнение данной работы позволит не только повысить точностные параметры волоконно-оптических сейсмических буксируемых кос, что чрезвычайно важно при геологоразведке, но и может быть полезным для волоконно-оптических измерительных систем, применяемых в других ответственных областях промышленности – металлургия, атомная энергетика, космическая отрасль, ВПК и др.

Одной из важнейших составных частей измерительных систем на основе ВОИФД является волоконно-оптический интерферометр (ВОИ), в котором осуществляется сведение измерительного и опорного оптических сигналов для получения интерференционной картины перед обработкой фотоприемным устройством. В случае действия акустических шумов и вибраций на ВОИ, за счет обусловленного эффектом фотоупругости изменения показателя преломления происходит модуляция оптического пути в плечах интерферометра, что приводит к зашумлению наблюдаемой интерференционной картины и существенному снижению точностных параметров измерительной системы.

В ходе данной работы проводится поиск оптимальной конфигурации мер по защите ВОИ от воздушного и структурного шумов, воздействующих на его работу из внешней среды, включая нанесение различных защитных покрытий непосредственно на чувствительное плечо. Критерием оптимальности этих мер является наибольший коэффициент подавления паразитной чувствительности ВОИ относительно чувствительности незащищенного ВОИ в полосе частот 0–500 Гц. Результаты, полученные для различных типов покрытий, представлены на рис. 1.

В ходе выполнения работы были получены следующие основные результаты.

- 1) Проведен обзор мирового рынка волоконно-оптических фазовых датчиков, изучены основные закономерности.
- 2) Проведен литературный обзор факторов, ограничивающих точностные параметры ВОИФД, выделены наиболее серьезные из них, изучены причины их возникновения.
- 3) Изучены основные методы защиты объектов от воздействия внешних шумов и вибраций, выполнена их адаптация к специфике применения в составе волоконно-оптических измерительных систем.

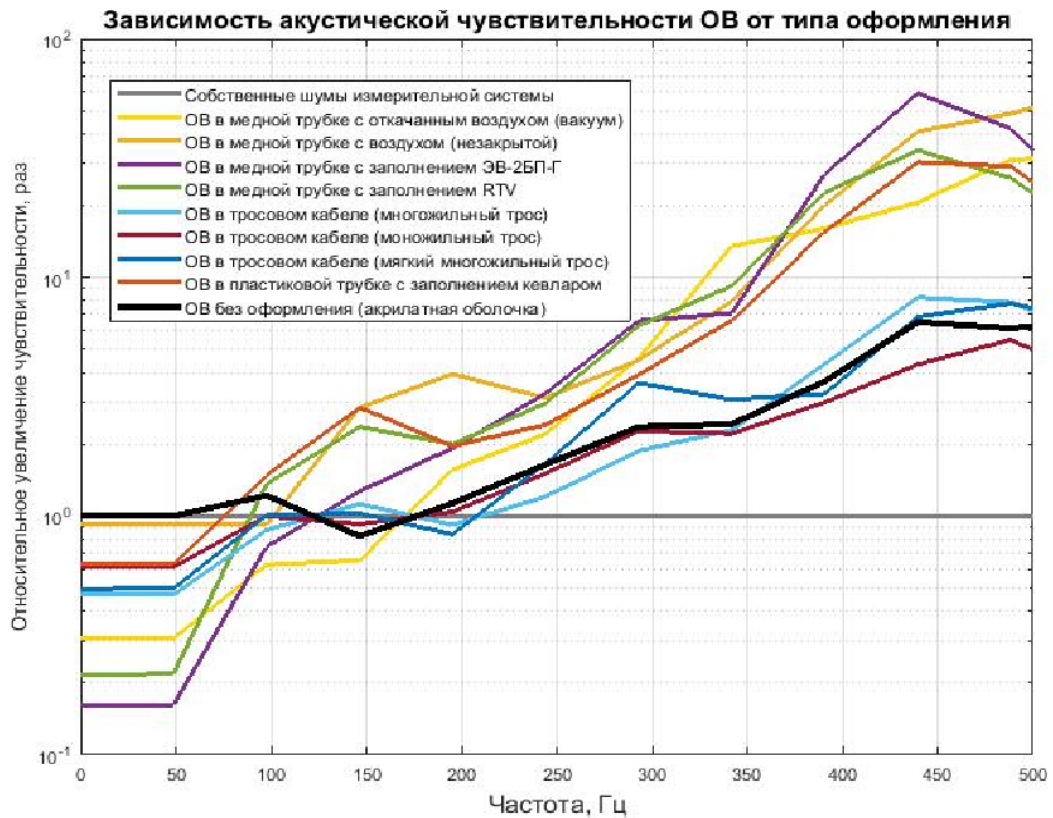


Рис. 1. Результаты экспериментальной проверки эффективности защитных покрытий оптического волокна: зависимость относительной акустической чувствительности от частоты акустического воздействия

- 4) Подготовлена методика измерения эффективности подавления нежелательных акустических и вибрационных воздействий (виброшумоизоляции); создана измерительная установка.
- 5) Проведено численное моделирование эффективности различных типов покрытий оптического волокна с точки зрения подавления внешнего шумового сигнала.
- 6) Подготовлен перечень мер (покрытия оптического волокна+применение защитных материалов+пружинный подвес) по виброшумоизоляции КИ, с суммарным подавлением паразитного сигнала на уровне около 1000 раз.
- 7) На основе полученных данных подготовлено усовершенствованное техническое решение по защите КИ, обладающее высокой степенью готовности к промышленному внедрению и эксплуатации в реальных условиях. Данная версия защитного подвеса прошла процедуру внедрения в технологический образец сейсмической волоконно-оптической косы, изготавливаемой АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор".

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ГРУППОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Д.А. Галкина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

В настоящее время, в интересах обеспечения группового применения роботизированных объектов в акваториях Мирового океана, активно набирает популярность использование идеологии построения сетцентрического пространства.

Основой сетцентрической идеологии является создание единой информационно-коммутиционной сети в районе выполнения задач, связывающей источники освещения обстановки, центры управления силами и непосредственно силы, действующие в районе выполнения задач. Информационное превосходство достигается за счет оперативного доведения информации об обстановке до потребителей непосредственно в районе действий. Одним из важнейших элементов сетцентрической организации пространства является навигационная привязка сил в единой системе координат.

Говоря о сетцентрической системе управления, прежде всего следует определить объект управления. В данном случае объектом управления будет являться единая распределенная система. К основным требованиям, предъявляемым к предложенной системе управления, относятся:

- возможность оперативного наращивания и масштабирования системы;
- способность работы агентов системы вне зависимости от времени и места их взаимодействия;
- запас устойчивости, благодаря которому система продолжит исправно работать, если агент системы уйдет на некоторое расстояние, при этом сохранив достаточный перекрыш полей системы;
- низкая чувствительность к сторонним воздействиям на агента, таким как ветровое волнение, зыбь, течение и подобные, т.е. система должна быть робастной.

Инфраструктура единой пространственно-распределенной сети морских роботизированных объектов: автономные навигационные подвижные буи, должны обеспечивать возможность оперативного наращивания масштаба системы вплоть до полного покрытия района действий.

Для обеспечения функционирования единой пространственно-распределенной сети морских роботизированных объектов необходимо использовать технические средства определенного типа. Такие технические средства, аппараты, должны отвечать следующим требованиям:

- возможностью автономного аппарата самостоятельно следовать в район развертывания пространственно-распределенной сети морских роботизированных объектов;
- возможностью автономного аппарата включаться в навигационную самоорганизующуюся сеть для выработки и предоставления потребителям навигационной информации;
- наличием системы подводной гидроакустической связи и радиосвязи, что позволяет обеспечить обмен информацией между подводными, надводными объектами и летательными аппаратами;
- возможностью оперативного наращивания масштаба системы (при увеличении размеров района обеспечения) за счет унификации автономных аппаратов и построения их в виде независимых автономных узлов.

Далее алгоритм работы представлен в следующем виде: при передаче сигнала между агентами в волне кодируются такие дополнительные параметры, как номер агента, время отправки сигнала и координаты агента. Программное обеспечение каждого из агентов следит за расстоянием относительно друг друга посредством построения векторов, после чего фиксирует два-три вектора наименьшей длины. Затем, если наблюдается увеличение длины векторов ближайших агентов, система управления подаст команду двигателям этих агентов с целью сокращения расстояния между ними, соответственно и длины векторов. Также, чтобы исключить ошибку, при которой агенты предлагаемой сети будут пытаться безостановочно сократить расстояние между собой, требуется ввести диапазон расстояний, в пределах которого система управления не будет подавать сигналы двигателям.

Таким образом, в данной работе были сформулированы требования к сетевидной системе управления, заданы граничные условия для математического моделирования, сформирован алгоритм построения системы автоматического управления пространственно-распределенной сети морских роботизированных объектов.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ОБВОДНЕННОСТИ МАССИВА

К.Л. Корнев

Санкт-Петербургский горный университет

В данной работе рассматриваются, проблемы, приводящие к обрушению и заиливанию буримых скважин, способы ведения буровзрывных работ (БВР) в условиях высокой степени обводненности массива на примере Кошвинского месторождения АО «Апатит».

Интенсивное понижение и продвижение горных работ на месторождении требует постоянного контроля за гидрогеологической ситуацией (напоры, водопитоки, степень обводненности), возникает сложность при ведении комплекса БВР в обводненных условиях, что выражается в обрушении скважин, потере рабочего времени машиниста буровой установки, неэффективном использовании бурового станка и повышенном износе буровых коронок.

Отмеченные особенности характера и степени обводненности пород обусловили необходимость поиска средств совершенствования технологии взрывной отбойки.

В исследовательской работе рассматриваются наиболее известные технические и технологические способы ведения БВР в условиях высокой обводненности массива, а именно: осушение массива с использованием предварительного щелеобразования, использование горизонтальных дрен в откосах и предлагаемый метод осушения с использованием водопоглащающих скважин.

Расчетом показывается эффективность применения дренажных систем при водопонижении уступов. Описанные в работе методы водопонижения достаточно хорошо апробированы и находят применение при решении практических задач повышения устойчивости породных массивов добычных уступов.

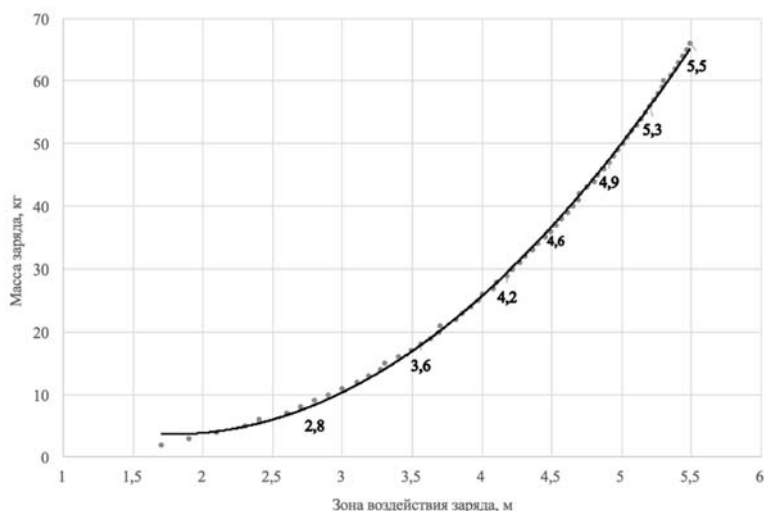


Рис. 1. Зависимость оптимальной массы донного заряда от минимального расстояния между скважинами

скважинами (рис. 1).

Как целесообразность водопонижения добычных уступов, можно выделить следующие положения:

- уменьшение процента бракованных скважин по причине завалов;
- повышение производительности погрузочной техники в зимнее время, вследствие того, что не происходит намерзания пород на зубья и стенки ковша экскаватора;
- увеличение веса перевозимого полезного ископаемого (вследствие уменьшения влажности и объемного веса пород);
- повышение стойкости шарошечных долот за счет бурения в обезвоженном массиве.

Поэтому задача снижения обводнённости разрабатываемых пород является весьма актуальной. Необходим выбор наиболее эффективного способа водопонижения, обеспечивающего требуемый результат при проведении БВР на карьере т.к. принятая в данный момент технология ведения БВР с потерей скважин не рациональна.

СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИТТЕРБИЯ ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ПЕРЕРАБОТКИ АПАТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Е.С. Лукьянцева, А.Т. Федоров, В.В. Сергеев

Санкт-Петербургский горный университет, кафедра химических технологий

Из 1 т апатитового концентрата получается примерно 1 м³ ПЭФК (производственной экстракционной кислоты), содержащей 26–28% Р₂О₅ и 1,3–1,4 кг/м³ РЗМ (редкоземельные металлы). С другой стороны, для разложения тонны концентрата в оборотном процессе используется не менее 2,5 м³ ОЭФК (оборотной экстракционной кислоты), содержащей 19% Р₂О₅ и 0,9–1 кг/м³ РЗМ [1]. Состав растворов представлен в табл. 1.

При этом большая часть наиболее ценной тяжелой группы, включая соединения Yb, Y, Er и Dy, переходит в фосфорнокислые растворы. Именно они служат объектами интенсивных поисков и разведки в целях ликвидации дисбаланса между производством и потреблением.

Таблица 1. Состав растворов ЭФК (масс.%), использованных в работе

Кислота	РЗМ	Р ₂ О ₅	SO ₃	F	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
ПЭФК	0,07–0,1	26–28	1,2–1,8	1,4–1,5	0,1–0,4	0,3–0,8	0,3–0,4	0,8–1,1
ОЭФК	0,07–0,08	20–22	1,3–1,5	0,8–1,1	0,1–0,2	0,3–0,8	0,1–0,2	0,7–1,4

На основании сравнительной характеристики, органический растворитель на базе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д2ЭГФК) является наиболее приемлемыми для экстракции РЗМ из сильноокислых фосфорнокислых растворов и выбран для дальнейшего изучения экстракционной способности применительно к фосфорнокислым системам.

В работе выявлено, что, используя концентрационный диапазон экстрагента и фосфорной кислоты, можно концентрировать, и, соответственно, попутно делить РЗМ. Установлено, что при небольших концентрациях

Д2ЭГФК в органическом растворителе извлекаются только тяжелые РЗМ, коэффициент разделения $Dy/Gd - 10-16$ при использовании ОЭФК с мольной долей экстрагента 0,3.

В свою очередь, отделение тяжелой группы Y, Er, Yb от Dy возможно при использовании уже ПЭФК с использованием Д2ЭГФК концентрацией выше 0,3.

Исходя из полученных коэффициентов разделения индивидуальных РЗМ Yb/Er (10-16), на первом этапе целесообразным считается избирательное извлечение Yb из ЭФК. Лучшие показатели получены при использовании 50% Д2ЭГФК. Для достижения степени извлечения Yb из ЭФК не менее 90% при использовании 50% Д2ЭГФК, учитывая исходное содержание металлов в ЭФК, потребуется 5, 3, 2 ступеней экстракции при соотношении фаз $Vaq/Vorg$ 40, 30, 15 соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Локшин Э.П. Извлечение редкоземельных элементов из промпродуктов и техногенных отходов переработки хибинского апатитового концентрата / Э.П. Локшин, В.Т. Калинин, О.А. Тареева // Цветные металлы. – 2012. – Т. 83. – № 11. – С. 75-79.

СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ВЕНТИЛИРУЕМОМ ФАСАДЕ ЗДАНИЯ

А.Д. Михалёва

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Мытищинский филиал

Предметом исследования в этой работе является физическое явление конвективного теплообмена в вентилируемом зазоре навесного фасада здания или сооружения.

Цель исследования заключается в уменьшении тепловых потерь за счёт конвективного теплообмена в вентилируемом фасаде доступным и экономически целесообразным способом.

Материалы и методы решения задачи основаны на анализе параболического уравнения математической физики, которое описывает распространение тепла в конструкциях и деталях за счёт теплопроводности. В результате передачи тепла происходит выравнивание температурного поля системы. Такое выравнивание температуры можно применить для уменьшения интенсивности макровихрей, которые являются основной причиной конвективного теплообмена и тепловых потерь в зданиях и сооружениях.

Результаты исследования позволили предложить простую и дешёвую конструкцию в виде тонкого экрана из алюминиевой фольги, который закрепляется на обрешётке внешней стороны стены на некотором расстоянии от поверхности, но внутри вентилируемого навесного фасада. Тонкий алюминиевый экран из фольги выравнивает температурное поле в вентилируемом зазоре навесного фасада, конвективный теплообмен уменьшается, одновременно в два раза снижаются потери от лучистого теплообмена [1-6].

В этой работе основное внимание уделено изучению нестационарного температурного поля стержня с позиции образования конвекционных макровихрей. Сначала был изучен процесс остывания стержней, изготовленных из различных материалов. Для оценки роли конвективного теплообмена были изучены температурные поля в деревянном и алюминиевом стержнях с учётом реальных коэффициентов теплопроводности. Предполагалось, что во всех расчётных случаях стержни термостатированы на концах. С математической точки зрения это означает решение первой смешанной начально-краевой задачи для параболического уравнения второго порядка в частных производных. Задачи были решены методом Фурье с последующим компьютерным графическим представлением полученных результатов. На рис. 1 показаны нестационарные температурные поля в деревянном и алюминиевом стержнях.

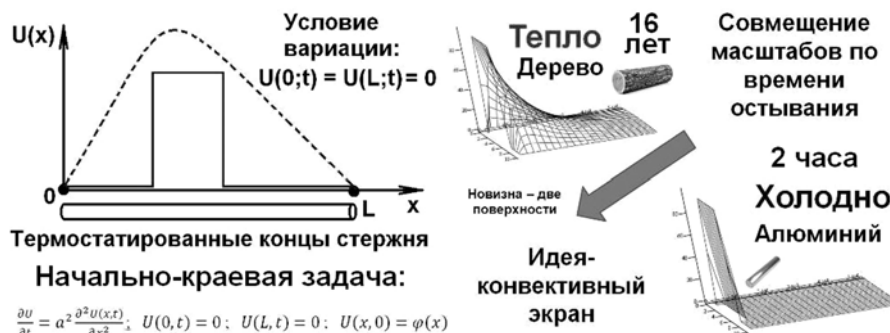


Рис. 1. Характерное время остывания деревянного и алюминиевого стержней

Сравнительный анализ времени остывания деревянного и алюминиевого стержней только за счёт теплопроводности при отсутствии конвективного теплообмена приводит к несопоставимым интервалам времени. Дерево остынет за десятки лет, а металл за десятки минут. Конечно, дерево остывает намного быстрее, потому что основную роль играет не теплопроводность, а конвективный теплообмен. В случае металлического стержня, наоборот, конвективный теплообмен не успевает проявиться, а тепло быстро передаётся по стержню к охлаждаемым концам.

Сравнительный анализ решения уравнения теплопроводности для двух материалов с сильно различающимися характеристиками позволил сформулировать гипотезу о выравнивании температурных полей в системах с целью уменьшения интенсивности макровихрей и уменьшения конвективного теплообмена в зданиях и сооружениях. Стены зданий пытаются сооружать из материалов с маленьким значением коэффициента температуропроводности, например, из дерева, как в рассмотренном примере. Внутри здания находится много источников тепла, например, отопительных радиаторов. Это означает, что в какой-то области стены может появиться температурное возмущение, как в рассмотренном примере. Однако это возмущение не обязательно будет строго прямоугольной формы. В работе были изучены различные треугольные и параболические возмущения, но характерное время остывания деревянного и алюминиевого стержней не изменилось. Во всех задачах деревянная стена остывает медленнее алюминиевого листа. Но тогда достаточно снаружи деревянной стены, но близко к ней, поместить алюминиевый лист, чтобы выровнять температурное поле в системе «древесина-алюминий». Физическая суть такого процесса заключается в следующем. Воздух обладает достаточно высоким коэффициентом температуропроводности, поэтому тепло очень быстро перейдёт от нагретого участка деревянной стены к холодной алюминиевой пластине и нагреет её напротив источника тепла в здании. Деревянная стена в этом месте остынет, а лист алюминия нагреется. В результате разность температур в зазоре между деревом и металлом уменьшится, интенсивность макровихрей снизится, конвективный теплообмен уменьшится. Далее произойдёт следующее. Тепло начнёт быстро передаваться по алюминиевой пластине за счёт большого значения коэффициента температуропроводности. Алюминиевая пластина начнёт нагреваться на удалении от источника тепла в деревянной стене и возвращать тепло холодной древесине за счёт теплопроводности воздуха. Холодная древесина нагреется, а нагретый металл остынет, что приведёт к дальнейшему выравниванию температур в зазоре между стеной и экраном, уменьшению интенсивности макровихрей и снижению конвективного теплообмена.

Для расчёта разности температур в древесине и металле были решены одновременно две начально-краевые задачи с целью определения двух нестационарных температурных полей с последующим вычислением разности температур в зазоре навесного фасада. Результаты моделирования для треугольного температурного возмущения в деревянном стержне показаны на рис. 2. Уменьшение разности температур доказывает возможность экранирования конвективного теплообмена предложенным способом.

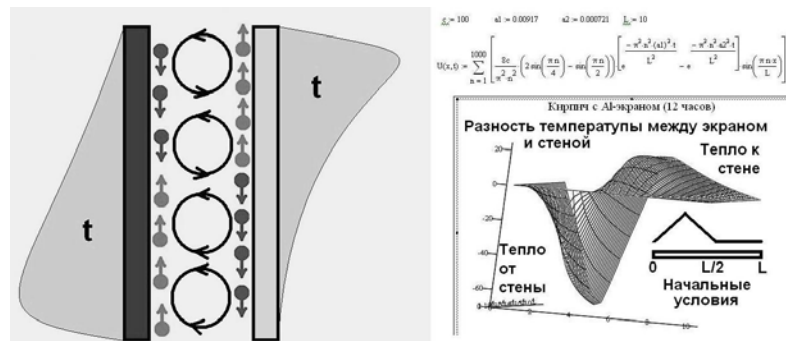


Рис. 2. Схема образования и уменьшения конвективных макровихрей

Выводы

1. Доказана возможность уменьшения градиентов температуры в вентилируемом фасаде.
2. Снижение перепада температур приводит к уменьшению конвективного теплообмена.
3. Обоснована возможность создания нового устройства – конвективного теплового экрана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михалева А.Д. Экран от конвективного теплообмена / Механика и моделирование материалов и технологий. Сборник трудов Секции Международной молодёжной научной конференции «XLIV Гагаринские чтения», 17–20 апреля 2018, Москва, ИПМех РАН, 2018. – 182 с. – С. 98–100. – ISBN 978-5-91741-213-9. – Электронный ресурс: <http://ipmnet.ru/~gagarin/IPMechRASGagarin2018.pdf>.
2. Михалева А.Д. Новая технология экранирования конвективного теплообмена / Ч52 IV Музруковские чтения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 15 февраля 2018 г., ГБПОУ СПТ Б.Г. Музрукова. – Отв. за вып. И.В. Столяров. – Саров, Нижегородская обл., Интерконтакт, 2018, 310 с. – ISBN 978-5-6040145-6-1. – С. 18–23.
3. Михалева А.Д. Экран от конвективного теплообмена / XXIX Международная конференция «Машиноведение и инновации. Конференция молодых учёных и студентов» (МИКМУС - 2017): материалы

конференции (Москва, Институт Машиноведения им. акад. А.А. Благонравова Российской академии наук, 6–8 декабря 2017 года). – Отв. ред. Н.А. Татусь. – Секция 8: Студенческая. – М.: Изд-во ИМАШ РАН, 2018 – 483 с. – С. 413–415. – ISBN 978-5-4465-1752-7. – Электронный ресурс: http://mikmus.ru/opendocs/Archive_materials/mikmus_2017.pdf.

4. Михалева А.Д. Экранирование конвективного теплообмена // Программа 60-й Всероссийской научной конференции МФТИ 20–26 ноября 2017 г. – М.: МФТИ, 2017. – 116 с. – Факультет авиационной и космической техники – Факультет аэромеханики и летательной техники (ФАКТ-ФАЛТ). – Секция физических проблем аэрогидромеханики и авиационной экологии. – С. 64. – ISBN 978-5-7417-0651-0. – Электронный ресурс: <https://conf60.mipt.ru/public/admin/mipt-conference/Programma.pdf>.

5. Михалева А.Д. Экран для конвективного теплообмена / Тезисы докладов XXI Научно-технической конференции молодых учёных и специалистов. – Город Королёв, Московская область, ПАО РКК "Энергия" им. С.П. Королёва, 30 октября – 3 ноября 2017 г. – Том 1. – Секция № 12 "Системы терморегулирования и жизнеобеспечения" – С. 235–236. – Грамота победителя: https://conf.energia.ru/images/news/2017/11-03/spisok_laureatov.pdf - Электронный ресурс: <https://conf.energia.ru/images/tezis-1.pdf>.

6. Михалева А.Д. Экранирование конвективного теплообмена в зданиях / Материалы 11-го Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных "Наука и инновации в технических университетах", 25–27 октября 2017 г. – Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2017. – 121 с.

МОДУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С РЕЗОНАТОРОМ НА ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ

Е.А. Моторин, А.С. Алейник, А.А. Власов

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)

В последние несколько десятилетий активно развивается направление волоконно-оптических измерительных систем, построенных на основе интерферометров и позволяющих с высокой точностью регистрировать измеряемые физические величины. В подобных системах волоконно-оптических датчиков источник оптического когерентного излучения является одним из важнейших элементов и во многом определяет точностные и эксплуатационные характеристики, динамический диапазон измерений, собственный уровень шумов, себестоимость.

Для построения малогабаритных и относительно недорогих измерительных систем на основе волоконно-оптических интерферометров необходимо решать задачи уменьшения количества активных элементов в схеме, упрощения конструкции, снижения массогабаритных параметров. Но эксплуатационные и технические характеристики должны оставаться на заданном уровне.

Для опроса волоконно-оптических датчиков интерферометрических измерительных систем на основе датчиков с временным уплотнением, в том числе систем, в которых в качестве светоотражающих зеркал используются волоконные брэгговские решетки, необходимо формирование оптических импульсов с заданной скважностью. На данный момент в таких измерительных системах применяются полупроводниковые лазерные диоды, излучающие на длинах волн около 1550 нм с большой временной когерентностью, что необходимо для обеспечения работы интерферометра с некоторым рассогласованием. Важными параметрами таких источников для волоконно-оптических интерферометрических измерительных систем являются возможность осуществления модуляции с экстинцией не менее 40 дБ для временного мультиплексирования чувствительных элементов, формируемый уровень оптической мощности не менее 10 мВт, малые габариты и вес, низкую стоимость.

Альтернативой полупроводниковым источникам являются волоконные источники излучения. Световоды, легированные различными активными ионами, являются уникальными лазерно-активными средами, на базе которых могут быть реализованы оптические устройства для различных практических применений. Волоконные лазеры, где в качестве активной среды используется световоды, легированные ионами эрбия или иными редкоземельными элементами, в настоящее время активно применяются, но основным недостатком использования данных источников при опросе датчиков является сложность их модуляции и работа в импульсном режиме. Время жизни носителей на метастабильном уровне в активном волокне, легированном эрбием, составляет около 10 мс, что делает прямую модуляцию на высоких частотах такого лазера невозможной и требует внешнего амплитудного модулятора.

Рассматриваемый в работе лазер построен на резонаторе из двух волоконных брэгговских решеток, в качестве активной среды используется волокно, легированное ионами эрбия. Для создания инверсии населенности в активной среде используется лазерный диод с длиной волны излучения 980 нм.

По данному направлению ведутся работы на кафедре Световодной Фотоники Университета ИТМО. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке распределенных измерительных

систем с фазовыми интерферометрическими датчиками на основе волоконных брэгговских решеток, полупрозрачных зеркал или фарадеевских зеркал.

На рис. 1 приведена оптическая схема разрабатываемого источника. За основу взят волоконный вариант интерферометра Фабри–Перо, построенный с помощью волоконных брэгговских решеток (ВБР).

В качестве активной среды выбрано активное оптическое волокно фирмы Fibercore I-25, поглощение которого равно 26,7 дБ/м. Для накачки используется лазерный диод с длиной волны 980 нм мощностью 350 мВт. Излучение накачки попадает в резонатор через WDM 980/1550. ВБР №1 имеет более широкий спектр, для устойчивой работы лазера. Выходная длина волны источника составила 1559,7 нм. Также на выходе схемы использован оптический изолятор для исключения влияния обратных отражений на работу лазера.

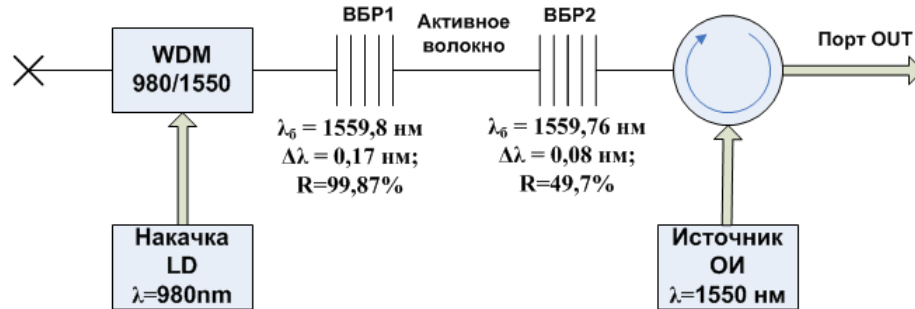


Рис. 1. Оптическая схема источника когерентного излучения

Для модуляции выходного сигнала источника был использован поверхностно-излучающий лазер с вертикальным резонатором (VCSEL). Он включен во встречном направлении, его излучение, попадая в резонатор через оптический циркулятор, подавляет генерацию на длине волны резонатора за счет снижения уровня инверсной населенности. Таким образом, модулируя по току VCSEL, возможно модулировать мощность выходного излучения источника.

На рис. 2 представлены спектры выходного сигнала источника, синим цветом показан спектр резонатора, красным цветом – его же спектр, но при наличии встречного сигнала VCSEL. Из данного графика глубина модуляции получается равной величине 40,5 дБ, а ширина спектра на уровне -3 дБ составила 60 пкм.

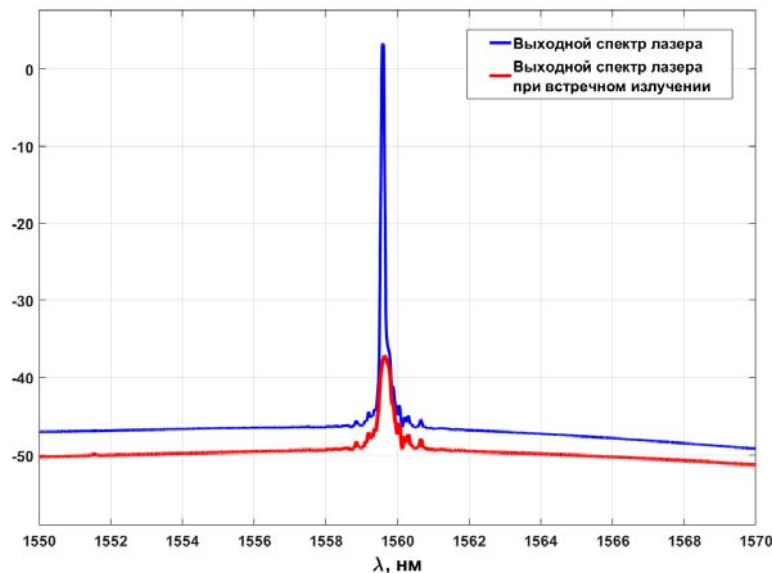


Рис. 2. Спектр при модуляции выходного излучения встречным излучением

Результаты данного исследования найдут применение в области волоконно-оптических измерительных систем, основанных на интерференционных фазовых датчиках. Данный источник может применяться в таких интерферометрических измерительных системах как: волоконно-оптические сейсмические косы для морской и наземной геологоразведки, в системах охраны периметра протяженных объектов, таких как газо- и нефтепроводы, атомные электростанции, распределенные системы измерения деформаций в зданиях и сооружениях и др.

Кроме того, учет полученных результатов исследования при разработке и производстве измерительных систем на основе волоконно-оптических интерференционных фазовых датчиков позволит строить системы с более высоким уровнем технических характеристик.

На данном этапе проект находится на стадии макета, полученные характеристики не являются окончательными. Результаты данного исследования будут применены при проведении последующих экспериментов. Дальнейшими направлениями работы являются увеличение частоты и глубины модуляции с использованием совместно модуляции лазерным диодом накачки и модуляции с помощью встречного излучения, а также сужение ширины спектра излучения применением ВБР иного типа.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ИНВЕРТОРНОГО ИСТОЧНИКА ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LT SPICE

А.О. Орлов, В.С. Баженов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Электродуговая сварка получила широкое распространение на всех видах производства из-за высокой технологичности, широких возможностей для механизации или автоматизации, простоте регулирования процесса и высокой производительности процесса [1].

Электродуговая сварка осуществляется с помощью инверторного источника тока. Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 1.

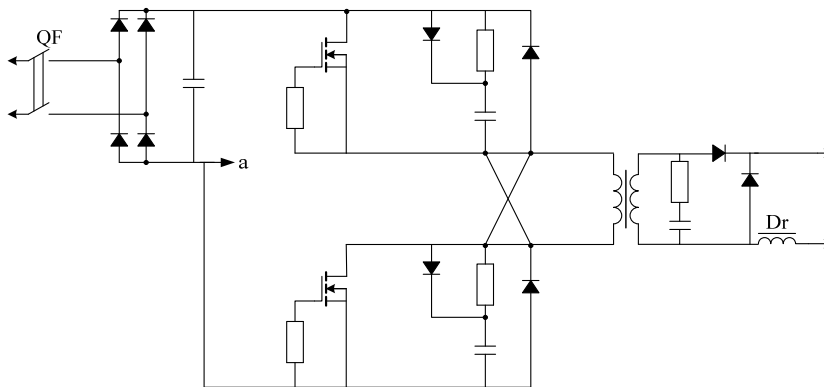


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема инверторного источника тока

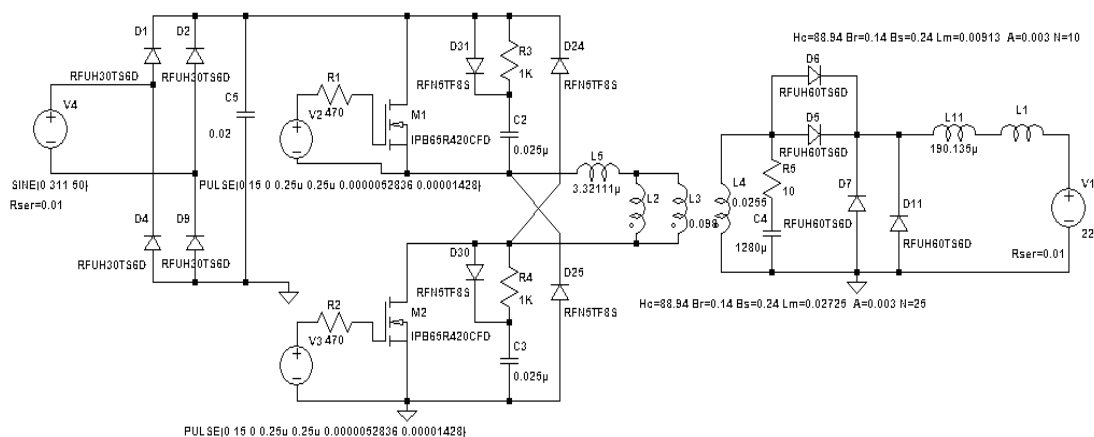


Рис. 2. Схема инверторного источника в среде LT Spice

Особенностью данного источника тока является то, что он питается от однофазной сети [2]. Монтаж опор линий электропередачи производится в полевых условиях, а там найти трехфазную сеть очень сложно. Инверторный источник тока спроектирован под специальные параметры, которые наилучшим образом подходят для сварки линий электропередачи: частота $f = 60$ кГц, $U_d = 25$ В и $I_{ce} = 140$ А.

Конструирование, изготовление и наладка инверторного источника питания имеет свои специфические особенности. Авария источника питания и выход из строя его элементов происходит за тысячные и миллионные доли секунды, что практически не дает шанса рассмотреть ее причины и последствия.

В этом случае многих аварий можно избежать, если предварительно смоделировать работу спроектированной схемы источника. Моделирование инверторного источника тока производилось в программной среде LT Spice [3]. Схема исследуемого блока представлена на рис. 2.

Результатом данного этапа работы явилось подтверждение расчетных характеристик с полученными в процессе моделирования. На рис. 3 показана форма выходного напряжения, а на рис. 4 – форма сварочного тока.

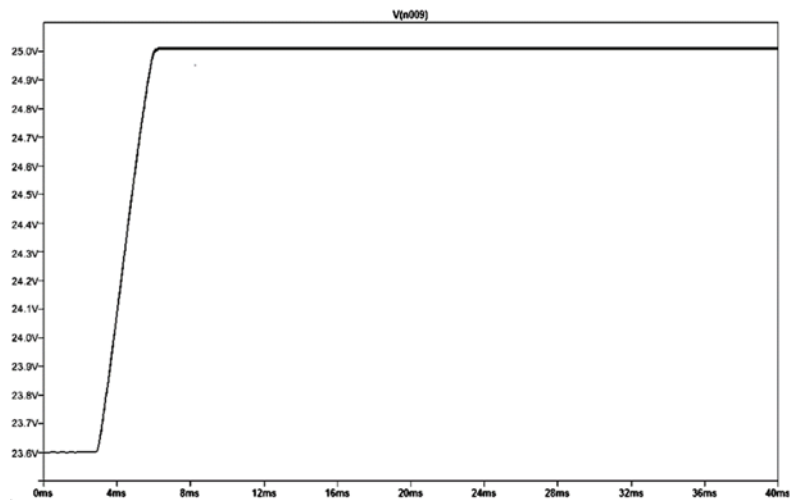


Рис. 3. Форма выходного напряжения

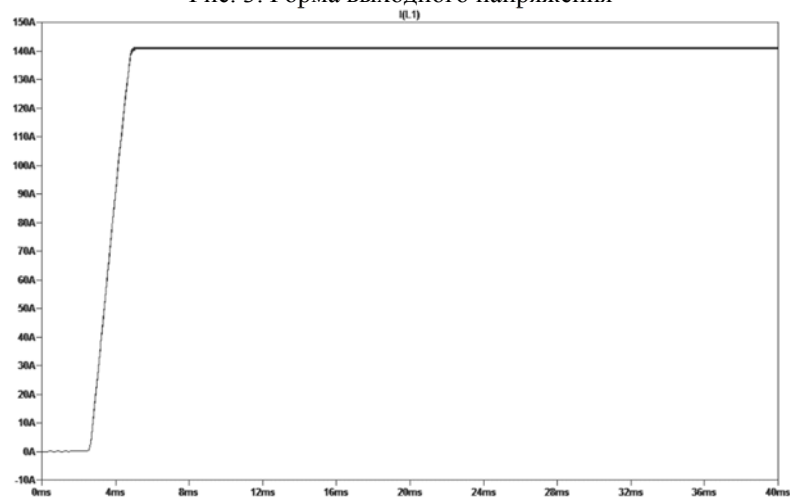


Рис.4. Форма сварочного тока

Таким образом, моделирование источника тока в программной среде LT Spice позволило:

- проверить работу элементов источника питания в критических режимах;
- произвести замеры, которые обычно проблематичны или даже невозможны в реальном устройстве;
- уточнить и оптимизировать результаты предварительных расчётов, экспериментально подобрать параметры элементов и режимы работы схемы.

Все вышеперечисленные соображения делают моделирование необходимым этапом конструирования инверторного источника тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников В.В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов / В.В. Овчинников. – М.: КноРус, 2011. – 248 с.
2. Руководящий документ РД 03-614-13. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.
3. Сохор Ю.Н. Моделирование устройств в LT Spice. Учебно-методическое пособие. Псковск. гос. политехн. ин-т. – Псков: Издательство ППИ, 2013. – 165 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ ЖЕСТКОСТЕЙ ДЛЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМАХ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ

Н.В. Островская

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Практика применения и совершенствования различных строительных и промышленных сооружений все чаще требует учета пластического ресурса конструкции. Например, при проектировании систем сейсмоизоляции для защиты зданий и сооружений от землетрясений применяются демпфирующие элементы, которые должны исключить резонансные явления при совпадении какой-либо частотной составляющей воздействия с частотой системы «сооружение-сейсмоизоляция». В качестве таких элементов могут быть использованы пластические демпферы (ПД) различной геометрии и поперечных сечений (рис. 1 и 2), диссипация энергии в которых осуществляется за счет гистерезисных петель, возникающих в процессе их пластического деформирования [1] – рис. 3. Подбор параметров ПД можно обеспечить варьированием количества элементов в демпфере либо изменением геометрии (длины, размеров сечения).

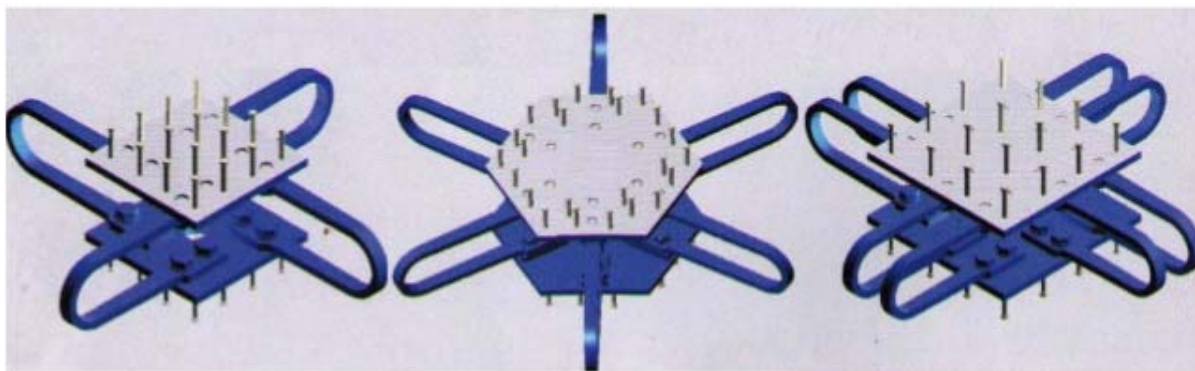


Рис. 1. Пластические демпферы японской фирмы «Sumitomo Metal Mining» (стержни прямоугольного сечения)

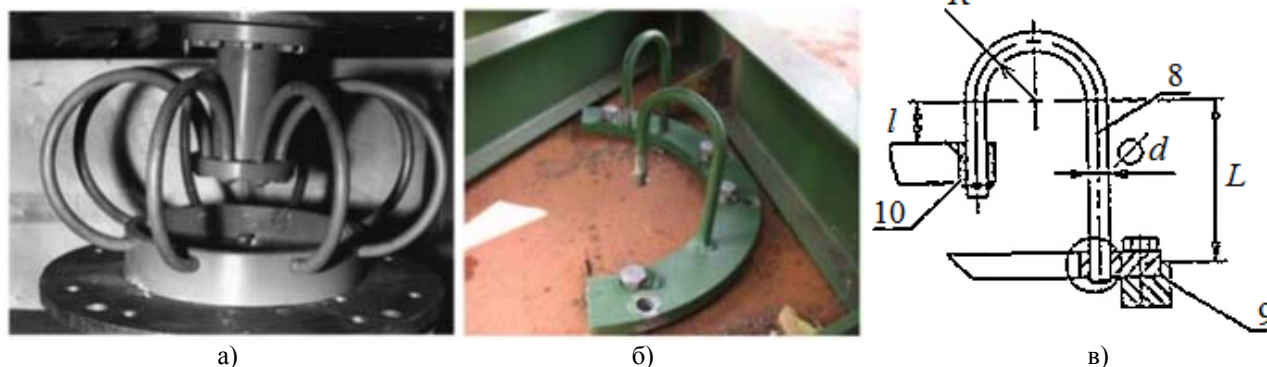


Рис. 2. Пластические демпферы российской фирмы ЗАО «КБСМ»:

- а) пространственные ПД с криволинейно-стержневыми элементами круглого сечения;
- б) ПД используемые в натурной конструкции сейсмоопоры, разработанной для испытаний;
- в) конструкция демпфирующего устройства: 8 – скоба, 9 – держатель, 10 – сепаратор

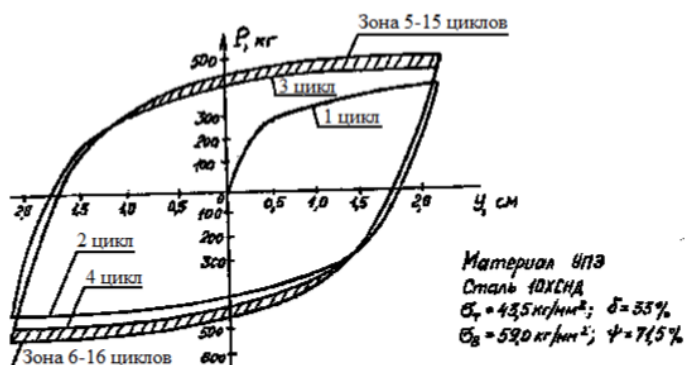


Рис. 3. Реальная диаграмма циклического нагружения ПД

Определение параметров силовых характеристик ПД требует выполнения надежных упруго-пластических расчетов конструкций при экстремальных воздействиях. Для этого зачастую приходится использовать сложные программные комплексы, основанные на методе конечных элементов (МКЭ). Такие расчеты требуют больших временных затрат.

Расчет стержневых элементов конструкций с учетом физической нелинейности может проводиться с помощью обобщенного метода сил [2], что предполагает использование явной по времени вычислительной схемы и определения на каждом шаге касательных жесткостей системы,

которые требуют получения аналитических зависимостей между кинематическими параметрами сечения и скоростями деформации.

Эффективность использования данного метода (по сравнению с МКЭ) заключается в резком увеличении быстродействия и уменьшении используемых компьютерных ресурсов.

Алгоритм определения касательных жесткостей при упруго-пластическом изгибе стержней заключается в следующем: с помощью интегральной функции закона состояния в сечении стержневого элемента, которая подробно описана в работах [3, 4], определяются аналитические выражения для жесткостей сечений различной формы, которые зависят от напряженного состояния в каждой точке сечения стержня.

Изменение изгибающего момента на каждом шаге определяется выражением [5]:

$$\dot{M}(\chi) = dM/d\chi \cdot \dot{\chi} \text{ или в приращениях } \Delta M(\chi) \approx dM/d\chi \cdot \Delta\chi, \text{ где } T = dM/d\chi - \text{ жесткость сечения.} \quad (1)$$

Результаты определения касательных жесткостей для различных поперечных сечений консольного элемента, нагруженного краевой силой (рис. 4), для билинейной диаграммы материала (рис. 5) сведены в табл. 1. Эти выражения будут использованы для вычисления упругопластических деформаций в стержневых системах обобщенным методом сил [2].

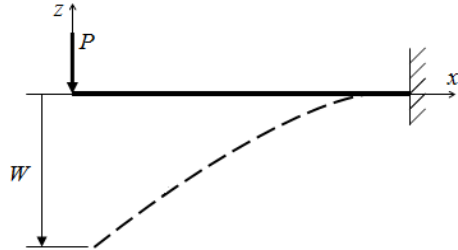


Рис. 4. Консольный элемент, нагруженный краевой силой

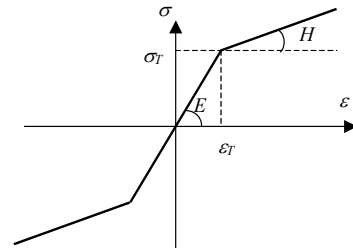


Рис. 5. Билинейная диаграмма материала (коэффициент линейного упрочнения – $a = H/E$)

Таблица 1. Касательные жесткости для различных поперечных сечений

<p align="center">Прямоугольное сечение</p>	<p align="center">Круглое сечение</p>
$T(\tau) = \begin{cases} A \equiv \frac{\sigma_T \cdot b_0 \cdot h^3}{4\epsilon_T} \cdot \frac{1}{3}, \tau \leq 1 \\ A \cdot \frac{1}{\tau(x)^3} \cdot \left[1 + a \left(\tau(x)^3 - 1 \right) \right], \tau > 1 \end{cases} \quad (2)$ <p>где $\tau(\chi, x) = \epsilon(\chi, x)/\epsilon_T$; $\epsilon(\chi, x)$ – функция изменения деформации по длине стержня, ϵ_T – деформация текучести.</p>	$T(\tau) = \begin{cases} B = \frac{\sigma_T \cdot \pi \cdot d^4}{64\epsilon_T}, \tau \leq 1 \\ B \cdot \left[\frac{20\tau^2 \cdot (\tau^2 - 1) + 2 \cdot (5\tau^2 - 2) \cdot [\tau^2 - 3 \cdot (\tau^2 - 1)]}{3\pi \cdot \tau^4 \cdot \sqrt{\tau^2 - 1}} - \frac{2}{\pi \cdot \tau \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\tau^2}}} + \frac{2}{\pi} \arcsin\left(\frac{1}{\tau}\right) \right] \cdot (1 - a) + a, \tau > 1 \end{cases}$

Результатом данных исследований является разработка алгоритма определения касательных жесткостей для упругопластического расчета стержней разного сечения на основе интегральной функции состояния. Разработанные алгоритмы и программы может быть также применимы для упругопластического расчета рам в условиях сейсмического нагружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островская Н.В. Анализ основных подходов к проектированию параметров пластического демпфирования в системах сейсмоизоляции // Морские интеллектуальные технологии, № 3(24), 2014, СПб., С. 61–66.
2. Мелешко В.А., Рутман Ю.Л. Расчет стержневых систем с учетом физической нелинейности, используя обобщенный метод сил ОМС. Сравнение результатов с МКЭ // Eastern European Scientific Journal. – 2015, № 6, С. 150–161.
3. Ковалева Н.В., Скворцов В.Р., Рутман Ю.Л. Определение параметров силовой диаграммы пластически деформируемых элементов конструкции // Сборник «Труды Двадцать второй международной конференции «Математическое моделирование в механике сплошных сред. Методы граничных и конечных элементов». – 2007, С. 220–225.
4. Островская Н.В. Определение параметров силовой диаграммы пластически деформируемого криволинейного стержня круглого сечения // Вестник гражданский инженер. – 2015, № 4(51), С. 68–73.

5. Островская Н.В., Мелешко В.А. Аналитические зависимости для касательных жесткостей сечений при упругопластическом расчете рамных конструкций // Морские интеллектуальные технологии, № 4(48) Т. 1, 2017, С. 183–188.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИМ-ТЕХНОЛОГИИ

В.Б. Епифанов, Е.И. Сыч

Самарский государственный технический университет

Современные технологии переработки композиционных материалов (КМ) предполагают решение нескольких задач, среди которых поиск новых перспективных КМ, в том числе включающих тонкодисперсионные порошки металлов; разработка технологического оборудования для их эффективной переработки и т.д. Проблема импортозамещения технологий, оборудования, сырья имеет первостепенное значение.

Поскольку композиты типа Catamold используемые для производства высокоточных деталей (МИМ-технологии) получают в условиях температур выше 200°C предъявляются соответствующие требования к оборудованию.

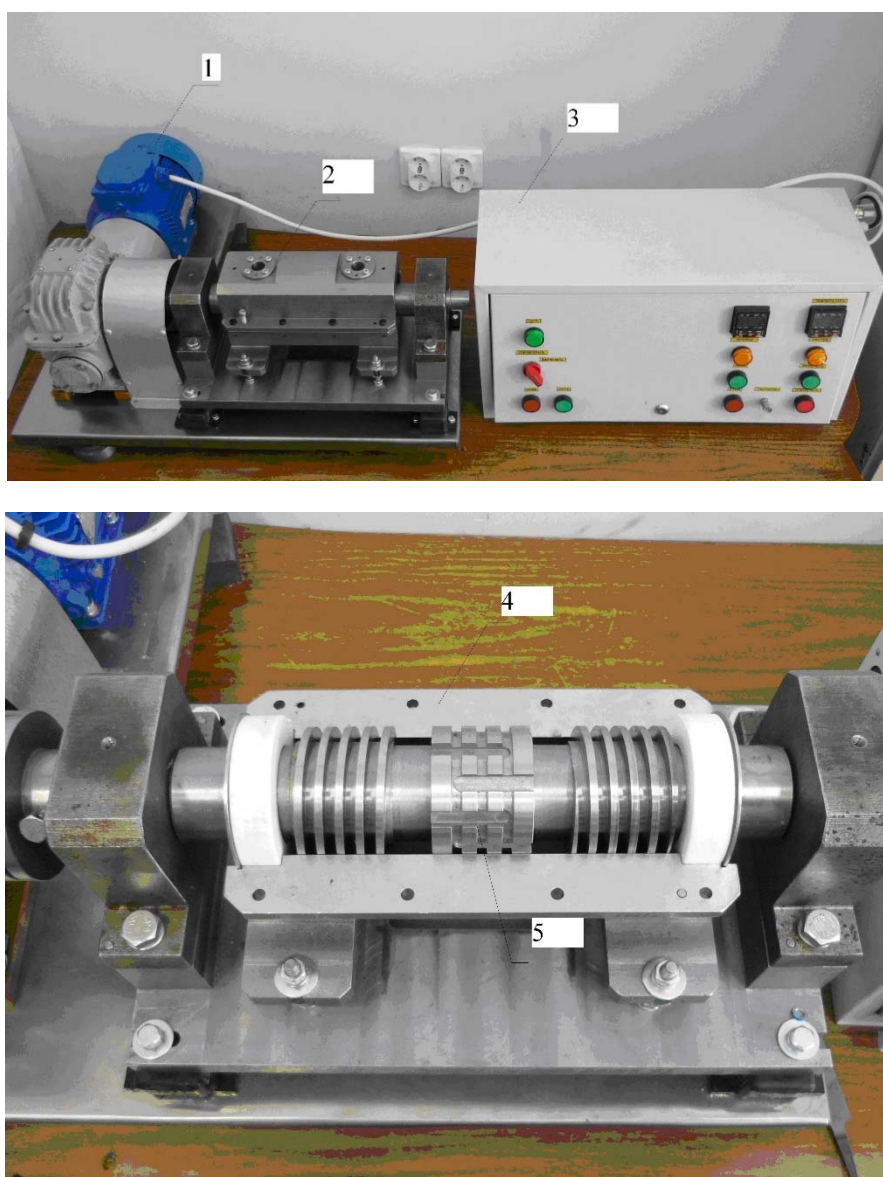


Рис. 1. Роторный одновалный смеситель РС-02:

1 – привод ротора; 2 – смесительная камера; 3 – пульт управления; 4 – сменный ротор; 5 – зона выгрузки

Отрасль химического машиностроения в РФ испытывает серьезные трудности, поэтому из небольшого числа возможных вариантов смесителей, удовлетворяющих необходимым требованиям, не удалось подобрать

нужный. В стремлении создать собственную конструкцию не было соблазна скопировать уже известное оборудование. Поскольку у авторов есть практический опыт конструирования лабораторного оборудования, в том числе для переработки полимерных материалов (ПМ), были разработаны два смесителя с интенсивным перемешиванием компонентов. Особенностью обоих конструкций является то, что в их составе имеются устройства для принудительной выгрузки готового КМ.

Смеситель ЛС-02 (рис. 1) служит для промежуточного перемешивания матрицы (каучука, ПМ) и сыпучих с содержанием последних до 94%. После чего КМ выгружается для формования гранулята в экструдере по непрерывной технологии.

Смеситель РС-02 (рис. 2, 3) представляет собой аппарат, в котором осуществляется весь технологический цикл: загрузка – предварительное и окончательное перемешивание – выгрузка – формование.

В табл. 1 приведены данные апробации оборудования с целью получения отечественного гранулята.

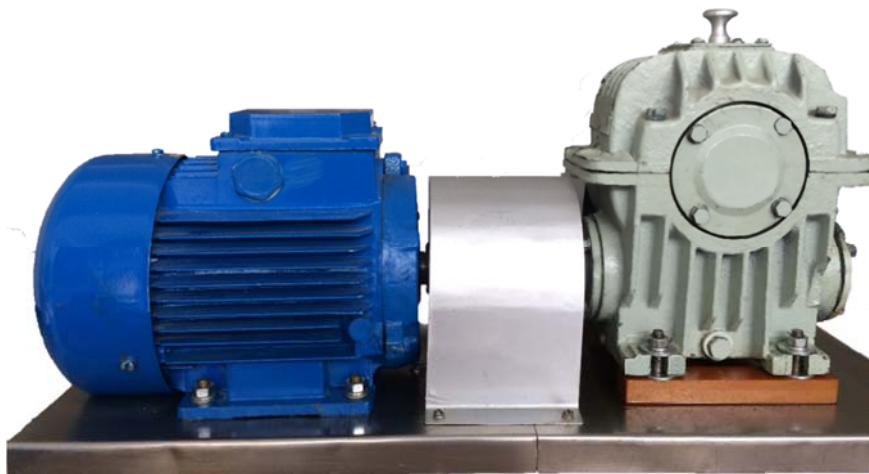


Рис. 2. Смеситель лопастной двухвальный ЛС-02



Рис. 3. Элемент смесителя ЛС-02

Таблица 1. ПТР опытных образцов гранулята

№	Наименование	Состав, %	ПТР, г/10 мин
1	гранулят 1	КЖ- 89,5; ПФ-9,6; ПЭВД-1,4; Парафин-1 (св. 100%); СК-0,6 (св. 100%) тех добавка	484
2	гранулят 2	КЖ- 89,6; ПФ-10; ПЭВД-0,5; Парафин-1 (св. 100%); СК-0,6 (св. 100%) тех добавка	1100
3	гранулят 3	КЖ- 89,5; ПФ-9,5; ПЭВД-1; Парафин-1 (св. 100%); СК-0,6 (св. 100%) тех добавка	765
4	гранулят 4	КЖ- 89,5; ПФ-9,2; ПЭВД-1,8; Парафин-1 (св. 100%); СК-0,6 (св. 100%) тех добавка	510

Таким образом, в ходе работы было разработано перспективное оборудование для перемешивания высоконаполненных композиционных материалов.

РАЗРАБОТКА АСТРОНАВИГАЦИОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КОРАБЛЯ В МОРЕ ПО НЕБЕСНЫМ СВЕТИЛАМ

Д.С. Тяпнин, И.А. Галкин

Военный институт (военно-морской) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»

Астронавигационный способ определения местоположения заключается в использовании видимых проекций небесных светил, таких как звезды, планеты (Венера, Марс, Юпитер и Сатурн), Луна и Солнце на небесной сфере. Все вышеперечисленные проекции имеют разные сферические координаты в различных системах координат (далее – СК). В горизонтальной СК этими координатами являются Азимут (А) и высота (h). В экваториальной – часовой угол (t) и склонение (δ).

Суть способа заключается в определении разностей между фактическими (измеренными) высотами светил и высотами, полученными с помощью расчетов для текущей даты, времени и приблизительных географических координат (φ и λ), а также последующем исправлении этих координат на основании вышеуказанных разностей и азимутов светил.

Данный способ является автономным, поскольку не нуждается во внешних источниках информации, таких как спутники, радионавигационные станции и т.п. Это позволяет определять местоположение корабля в случаях, когда использование спутниковых навигационных систем типа «ГЛОНАСС» или «GPS», а также радионавигационных систем типа «МАРС-75», «БРАС» или «Лоран-С» не представляется возможным по различным причинам (например, при выходе их из строя или возникновении в них различного рода помех). В настоящее время астронавигационный способ определения местоположения корабля реализован на практике только в воздушной и надводной среде (на самолетах, кораблях и т. д.). Кроме того, в случае использования традиционного прибора для измерения высот небесных светил (навигационного секстана) существует ряд ограничений для применения данного способа:

Во-первых, в секстане используется принцип совмещения изображений двух наблюдаемых объектов при помощи двойного отражения одного из них, а значит оба объекта должны находиться в поле видимости наблюдателя и быть хорошо заметными. И если при поведении измерений высот небесных светил, в результате воздействия неблагоприятных факторов внешней среды (дымки, тумана или повышенной облачности) или же в связи с наступлением тёмного времени суток, линия горизонта или само небесное светило перестают быть видны, то прибор не сможет выполнить свою функцию.

Во-вторых, в процессе использования секстана в целях астронавигации для достижения необходимой точности должны принимать участие как минимум 2 человека, один из которых осуществляет непосредственное проведение замеров высот небесных светил с помощью навигационного секстана, а другой – фиксацию моментов времени замеров и их запись для дальнейших расчётов.

Данные ограничения можно устранить с помощью разработки астронавигационного модуля (астромодуля). Астромодуль разрабатывается для мобильных устройств под управлением операционной системы android.

За счет использования в астромодуле специального датчика уровня горизонта, в роли которого выступает система из высокоточного пузырькового уровня, источника света и светочувствительной матрицы, существует возможность измерения высот небесных светил, а значит и определение местоположения субъекта, в условиях, когда навигационный секстан применить невозможно. Это происходит в результате отсутствия необходимости в использовании линии видимого горизонта поскольку измерения высот небесных светил происходит не относительно выше указанной линии, а относительно моделируемой с помощью специального датчика астромодуля плоскости истинного горизонта.

Существуют и другие преимущества использования вместо навигационного секстана астронавигационного модуля, установленного на мобильное устройство:

1. Возможность автоматического опознавания созвездий и звезд в них, а также навигационных планет за счет программной обработки изображений этих объектов полученных с камеры мобильных устройств.
2. Возможность автоматического вычисления мобильным устройством географических координат корабля на основании переданных ему данных о высотах небесных светил с астромодуля.
3. Сравнительно малые габаритные размеры и вес астромодуля по сравнению с навигационным секстаном, так же как и его ориентировочная стоимость.

Сам процесс работы мобильного устройства с астромодулем можно описать следующим образом. При наведении мобильного устройства на какое-либо скопление звезд происходит автоматическое опознавание созвездий или отдельных звезд за счёт поиска совпадения по очертаниям, занесённым в базу, а также прибор проверяет правильность своего опознавания по приблизительным географическим координатам, высоте (измеренной астромодулем) всего скопления в целом, и азимуту этого скопления, измеренного компасом мобильного устройства. После этого специальный датчик передает данные в программное обеспечение мобильного устройства о моментах своего прохождения через нормаль к плоскости истинного горизонта за счёт того, что в этот момент пузырек высокоточного уровня находится ровно в центре колбы и тем самым перекрывает световой луч от источника света и светочувствительная матрица это фиксирует. Затем высокоточный электронный угломер определяет угол между вертикальной осью специального датчика и горизонтальной осью

мобильного устройства в момент фиксации светочувствительной матрицы положения нормали. Так как этот угол измеряется относительно центральной линии на изображении с камеры смартфона, то для получения высот небесных светил, находящихся выше или ниже этой линии, смартфону нужно вычислить количество пикселей между центральной линией и крайним пикселем изображения небесного светила, после чего зная соотношение между количеством пикселей и угловыми величинами для конкретной камеры наиболее распространенных мобильных устройств, вычисленной экспериментально. Разработанное программное обеспечение для мобильного устройства способно определить угол между центральной линией и небесным светилом, а значит и его высоту. После измерения высот нескольких небесных светил на основании информации о времени, дате, приблизительных координатах и т.д., разработанное программное обеспечение аналитически вычисляет географический координаты и показывает место на наиболее удобной для субъекта карте из базы данных.

Вышеуказанный процесс позволяет сформулировать следующий алгоритм действий субъекта для определения своего местоположения:

1. Присоединить астромодуль к смарт мобильному устройству.
2. Открыть на мобильном устройстве установленное разработанное приложение, активирующее камеру астромодуля и весь вычислительный процесс.
3. Отрегулировать правильность установки астромодуля в специальном регулировочном боксе, представляющем собой подставку с фиксатором и расположенную вертикально на расстоянии 10 см от подставки металлическую пластинку с нанесенной разметкой «нулевого уровня».
4. Проверить правильность выставленной даты и времени, а также внести приблизительные координаты своего местоположения.
5. Навести мобильное устройство на участок звездного неба и дожждаться опознавания звезд (планет), а также определения их высот (сигналом окончания операции будет звуковой сигнал) после чего последовательно поворачиваться на 80–100 градусов проделать ту же операцию.

Примечание: при определении места по Солнцу проделать данную операцию дважды с интервалом 2–3 часа (желательно до и после полудня).

6. Нажать кнопку «определение места» на мобильном устройстве и дожждаться завершения процесса. Таким образом, при использовании мобильного устройства с астромодулем в качестве альтернативы навигационного секстана решаются следующие проблемы:

1. Проблема ограничения условий определения местоположения субъекта, связанная с отсутствием видимости линии горизонта по различным причинам.
2. Проблема отсутствия автоматического режима выполнения всей операции в целом, а именно: измерения высот небесных светил, определения географических координат местоположения субъекта и отображения его места на карте.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ОКОН ВВОДА СВЧ ЭНЕРГИИ

А.О. Цыберт, Н.А. Ключников
АО «НПП «Исток» им. Шокина»

В настоящее время наблюдается большой рост интереса к инспекционно-досмотровым комплексам для рентгенографической инспекции крупногабаритных грузов. Основой рентгенографического комплекса является мощный линейный СВЧ ускоритель с окном для ввода СВЧ энергии.

Еще одним важным народнохозяйственным применением линейных ускорителей являются комплексы для стерилизации медицинского инструмента, пищевых продуктов, сельскохозяйственных товаров и других изделий. Окна ввода СВЧ энергии должны пропускать высокие импульсные мощности при высоких средних мощностях. Для пропускания высоких импульсных и средних мощностей в основном применяются традиционные волноводные СВЧ окна баночного типа, в которых передача СВЧ энергии осуществляется на основной волне круглого волновода H_{11} . Но у данной конструкции окна имеются недостатки, которые ограничивают передаваемые через него импульсные и средние мощности. В связи с этим нами был рассмотрен другой тип баночного окна, в котором передача энергии осуществляется на волне высшего типа колебаний E_{11} .

На рис. 1 приведена структура электрического поля в прямоугольном и круглом волноводах баночного окна, работающего на волне E_{11} [1].

Из рисунка видно, что поперечная составляющая напряженности электрического поля в центральной части диэлектрического диска равна нулю, следовательно, выделение тепла в центре диска незначительно. Пучности электрического поля смещены к краю диска, ближе к спаю его с металлическими стенками, что значительно облегчает отвод тепла от диэлектрического диска, что увеличивает уровень средней мощности, передаваемой через окно. Силовые линии электрического поля волны E_{11} в области керамического диска перпендикулярны к его поверхности, благодаря этому пробой по поверхности диска практически отсутствуют.

Окно, работающее на волне E_{11} , нашло применение в линейном СВЧ ускорителе в составе мобильного инспекционно-досмотрового комплекса для рентгенографической инспекции крупногабаритных грузов. На

рис. 2 приведен общий вид такого баночного окна. Основой окна является толстостенный керамический диск, который спаян с медным стаканом припоем ПЗлМ35В. При этом для получения вакуумноплотного соединения на медный стакан надевается молибденовый бандаж.

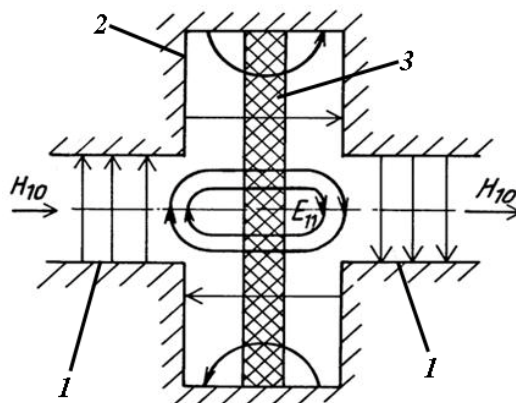


Рис. 1. Структура электрического поля окна, работающего на волне E_{11} .
1 – прямоугольные волноводы, 2 – круглый волновод, 3 – диэлектрический диск



Рис. 2. Баночное окно ускорителя электронов в сборе, работающее на волне E_{11} , и керамический диск, спаянный с медным стаканом

С помощью программы электродинамического моделирования CST STUDIO SUITE были проведены теоретические расчеты. Согласование по уровню КСВн $\leq 1,2$ проводилось подбором размеров диэлектрического диска и индуктивных диафрагм. Диаметр керамического диска равен 89 мм, а ширина равна 12,5 мм. Толщина диафрагм равна 3 мм, ширина равна 8,5 мм, а длина диафрагм равна длине узкой стенки волновода 34 мм.

По размерам, подобранным с помощью программы CST STUDIO SUITE, была получена теоретическая зависимость КСВн от частоты, представленная на рис. 3. На рабочей частоте 2,998 ГГц КСВн = 1,02. На частотах 3,05–3,06 ГГц появляется паразитный вид колебаний, смещенный в более коротковолновую область от рабочей частоты прибора.

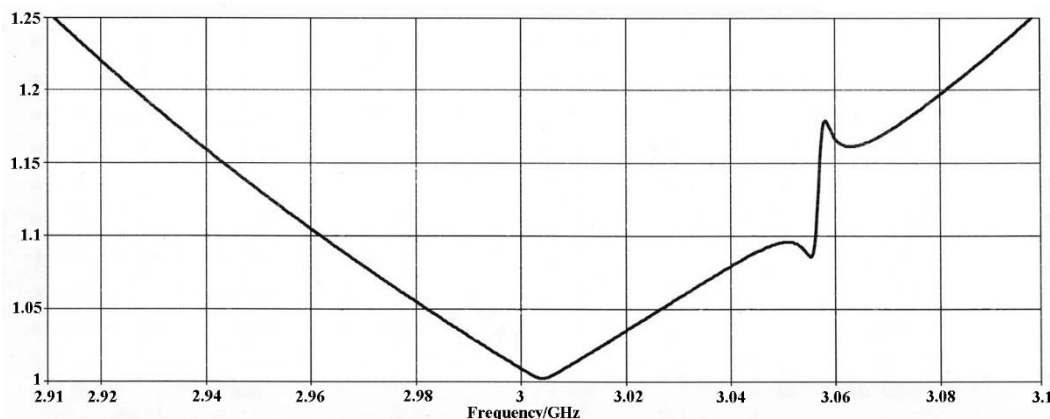


Рис. 3. Расчетная зависимость КСВн от частоты баночного окна

По результатам моделирования было изготовлено баночное окно, работающее на волне E_{11} . На рис. 4 показана экспериментально снятая характеристика согласования волноводного СВЧ окна, из которой видно, что полоса согласования по уровню КСВн $\leq 1,2$ составляет 6%.

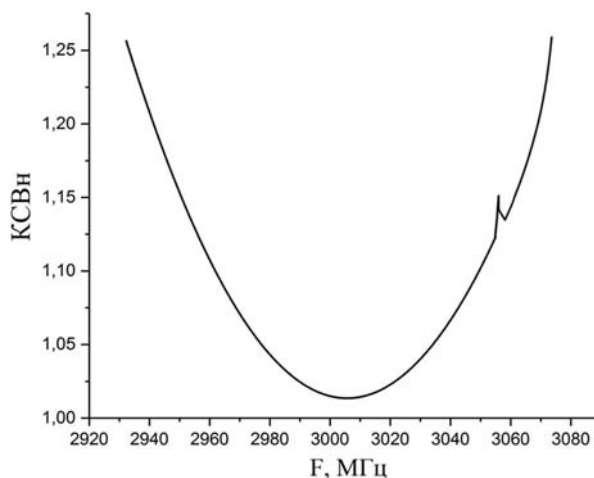


Рис. 4. Экспериментальная зависимость КСВн от частоты баночного окна

Как видно из графика, на рабочей частоте 2,998 ГГц баночное окно хорошо согласуется, и его КСВн имеет значение 1,02, что подтверждает теоретические расчеты. На частотах 3,05–3,06 ГГц появляется паразитный вид колебаний и не представляет опасности для работы данного окна.

Данное окно разработано в АО «НПП «Исток» им. Шокина» и применено в ускорителе электронов мобильного инспекционно-досмотрового комплекса важного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.С. Галкин, А.Н. Королев, Ю.А. Кутепов, В.М. Лямзин, Б.В. Прокофьев, К.Г. Симонов. «Баночное окно ввода и/или вывода энергии СВЧ». Патент РФ на изобретение № 22207655 с приоритетом от 10 апреля 2002 г. Бюллетень № 18, 2003 г.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

К.В. Епифанцев, В.В. Кульбик, Н.С. Малиновский

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В работе рассматривается создание в лаборатории ГУАП на базе программного пакета National Instruments информатизированной системы оценки отходов с целью оценки возможности и выбора места размещения отходов, а также выбора переработчика отходов из базы данных и программирования в Java Script виртуальной платформы ECO 365.

Современные средства разработки прикладного программного обеспечения для измерительных приборов предоставляют небольшой выбор программ – в основном это LabVIEW. Для управления системой вывоза и утилизации отходов было выделено еще три программы, работающие как полноценная ERP-система: 1) «RG-SOFT, 2) «RG-SOFT, 3) Siemens UMWELT.

При разработке технических решений по экспресс-анализу поликомпонентного RDF-сырья (refuse derived fuel или твердое вторичное топливо) за счёт внедрения виртуального измерительно-аналитического прибора в состав экструдерной машины были использованы установки ИТ-л-400 и ИТП-МГ-4 «100» по измерению теплопроводности образцов методами монотонного нагрева и стационарным методом.

Измеритель теплопроводности предназначен для исследования температурной зависимости теплопроводности твердых, механически обработанных материалов в режиме монотонного нагрева (рис. 1).

Для моделирования виртуального измерительного комплекса на базе работы экструдера был смоделирован рабочий управляющий орган Экструдер Э4 (рис. 2), позволяющий в дальнейшем синхронизировать работу установок ИТ-л-400 и ИТП-МГ-4 «100» для сокращения время работы по аналитике отходов. Это уникальный виртуальный измерительно-аналитический комплекс для распределения отходов по группе заинтересованных в их приобретении предприятий. LabView «Экструдер-Э4» проводит исследование образца по нескольким параметрам, в связке с установками ИТ-л-400 и ИТП-МГ-4 «100» производит анализ теплопроводности материала и таким образом ищет соответствия заданным техническим материалам готовой

продукции – к примеру, анализирует компоненты химической продукции – по 10 параметрам, компоненты строительства и технологий – по 5 параметрам, агротехнологии – по 10 параметрам, теплоэнергетические характеристики топлив – по 13 параметрам.

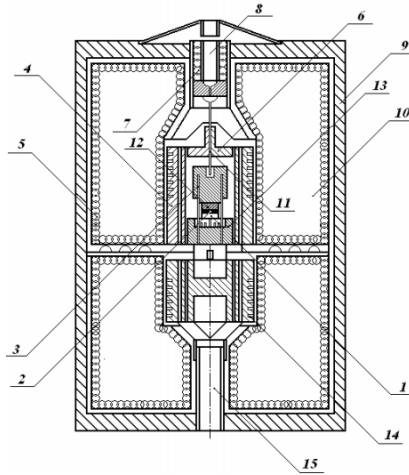


Рис. 1. Структурная схема измерителя теплопроводности

1 – пластина; 2 – пластина контактная; 3 – термопара; 4 – колпак охранный; 5 – коробка из фольги; 6 – прижим; 7 – пружина; 8 – патрубок; 9 – корпус; 10 – оболочка теплозащитная; 11 – стержень; 12 – образец испытуемый; 13 – основание; 14 – блок нагревательный; 15 – патрубок

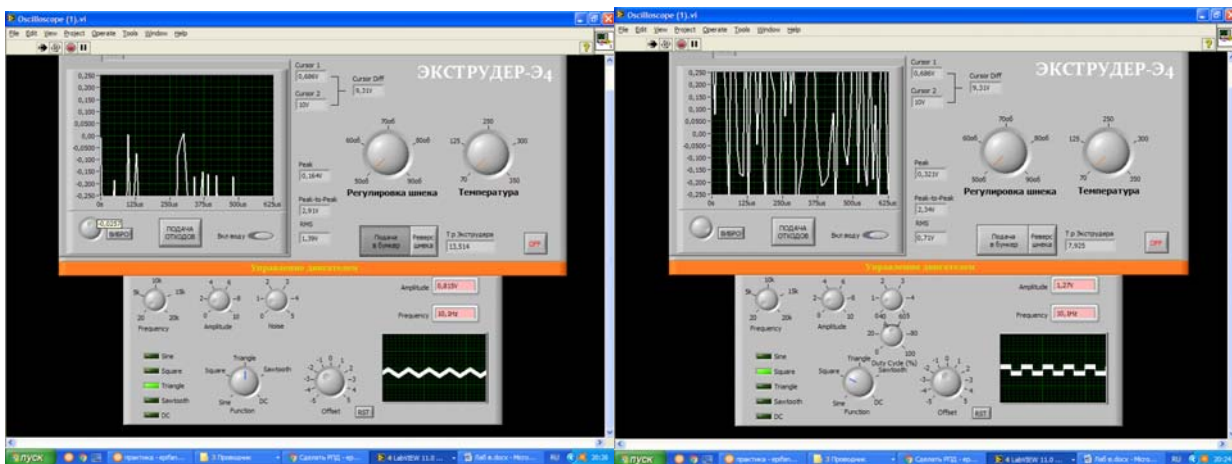


Рис. 2. Программное обеспечение для комплексного консалтинга МПБО

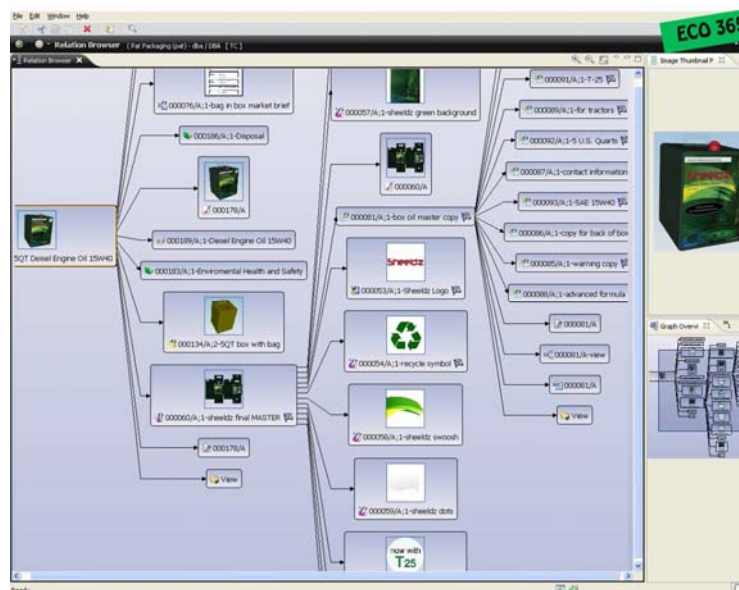


Рис. 3. Программное обеспечение для комплексного консалтинга МПБО

Основное достоинство создаваемой электронной платформы в базе данных. База данных включает более 200 предприятий производственной направленности, задействованных в обороте отходов. База данных включает систему распределения отходов по потенциальным потребителям и получение конечной цепочки: Предприятие с отходами производства – программа ЕСО365 (рис. 3) – покупатель отходов.

В результате программного продукта на Java Script достигается возможность синтеза отходного сырья по более чем по 20 параметрам для дальнейшей передачи информации о нем в торговую платформу, которая осуществляет подбор официальных закупщиков, что существенно уменьшает время поиска потенциальных закупщиков. Осуществляется главный принцип программного продукта – быстро продать (со стороны производителя отходов) и дешево купить (со стороны предприятия нуждающегося в данном проекте). Данный ход позволит получить компаниям определенную долю прибыли, реализуя неликвидные остатки компаниям за деньги. Привлекательность проекта в освобождении финансовых статей изначально направленных на локализацию отходов. Таким образом, происходит создание сети безотходных производств

АНАЛИЗ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ УРОВНЕЙ ЗАЩИТЫ АЭС

П.Л. Аксенов, М.Ю. Егоров

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Для повышения доверия к ядерно-энергетической отрасли, помимо отсутствия аварий на объектах ядерной энергетики, необходимо выполнение следующих условий:

- обоснование высокого уровня безопасной эксплуатации действующих и проектируемых АЭС;
- сравнение с уровнем безопасности других сфер деятельности в области производства электрической энергии;
- разработка проектов перспективных АЭС повышенной безопасности.

Цель работы – повышение безопасности АЭС на основе анализа глубокоэшелонированной защиты. Безопасность АЭС, включая защиту персонала, населения и окружающей среды от возможного вредного радиационного воздействия, учитывается на каждой стадии жизненного цикла АЭС – от выбора площадки до мероприятий по выводу блоков из эксплуатации.

Одним из наиболее эффективных методов качественного исследования и количественной оценки уровня безопасности блоков АЭС является вероятностный анализ безопасности (ВАБ) [1]. Для выполнения ВАБ выполнено моделирование аварийных последовательностей. Моделирование осуществлено при помощи деревьев событий и деревьев отказов. Использована модель Белорусской АЭС. Она выполнена в программе Risk Spectrum, v.1.3.2. В рамках работы внимание уделено исследованию деревьев отказов систем и функциональных деревьев отказов – деревьев отказов по выполнению функций безопасности.

Принципы и уровни глубокоэшелонированной защиты.

Главным средством предотвращения аварий на АЭС и смягчения их последствий является применение глубокоэшелонированной защиты (ГЭЗ). Концепция предусматривает создание уровней защиты с целью предотвращения вредного воздействия ионизирующих излучений на людей и окружающую среду и обеспечения защиты от этого воздействия и смягчения последствий в том случае, если предотвращение окажется безрезультатным. Независимая эффективность каждого уровня достигается путем мер, направленных избегание отказа одного уровня защиты, приводящего к отказу других уровней [2].

Уровни защиты должны быть независимыми с разумно достижимой степенью независимости по отношению друг к другу. При этом отказ следующего уровня не должен быть следствием или иметь ту же причину отказа выполнения функции безопасности на одном из предыдущих уровней.

Анализ влияния отказов последующего уровня на предыдущие уровни ГЭЗ.

Постановка задач исследования.

1. Рассматривается режим останова, при котором первый контур энергоблока разуплотнен. Отвод теплоты осуществляется системой отвода остаточных тепловыделений.

Происходит потеря внешнего электроснабжения. Теплоноситель начинает разогреваться и постепенно выпаривается. Оператор может осуществить подпитку первого контура насосами системы хранения теплоносителя. Но система, которая осуществляет управление насосами системы хранения теплоносителя, может отказать через некоторое время, сравнимое со временем принятия решения оператором – из-за потери питания системой аварийного электроснабжения происходит отказ систем вентиляции соответствующих помещений. Таким образом, оператор не сможет осуществить запуск насосов системы хранения теплоносителя.

Уровень теплоносителя первого контура снижается. При опускании уровня теплоносителя до верха топливной части тепловыделяющих сборок начинается разогрев и последующее плавление ядерного топлива.

2. Другим примером пересечения уровней является зависимость системы подпитки-продувки от системы промконтура ответственных потребителей. Насосы большой производительности системы подпитки-продувки охлаждаются водой системы промконтура ответственных потребителей высокого давления, которая охлаждается системой промконтура ответственных потребителей. Таким образом, при отказе системы промконтура

ответственных потребителей происходит как отказ активных систем аварийного охлаждения активной зоны реактора, так и отказ системы подпитки-продувки. То есть отсутствует возможность подпитки первого контура.

Алгоритм определения влияния уровней ГЭЗ друг на друга при помощи интегральной модели ВАБ.

Для поиска пересечений уровней ГЭЗ в интегральной модели ВАБ применен инструмент «Propagate True/False» – присвоение всем логическим операторам интегральной модели постулированных «отказов» или «неотказов» в зависимости от значений входящих событий. Перед запуском данного инструмента необходимо назначить постулируемые отказы соответствующим элементам (см. рис. 1), а также проверить правильность значений постулируемых событий – «House Event».

Для моделирования всем дизель-генераторам (ДГ) системы аварийного электроснабжения был назначен постулированный отказ на запуск. Также были установлены значения для постулируемых событий согласно табл. 1.

По завершении данной операции можно видеть заведомо неуспешные функции безопасности. При отказе всех ДГ системы аварийного электроснабжения при долговременной функции невозможна подпитка реактора как системами уровня «3», так и системами уровня «2» ГЭЗ.

Результаты исследования.

1. Для обеспечения независимости системы контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации от системы аварийного электроснабжения, предложен перенос распределительных устройств, питающих систему контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации в помещения, вентиляция которых производится системой, получающей питание от системы нормальной эксплуатации.

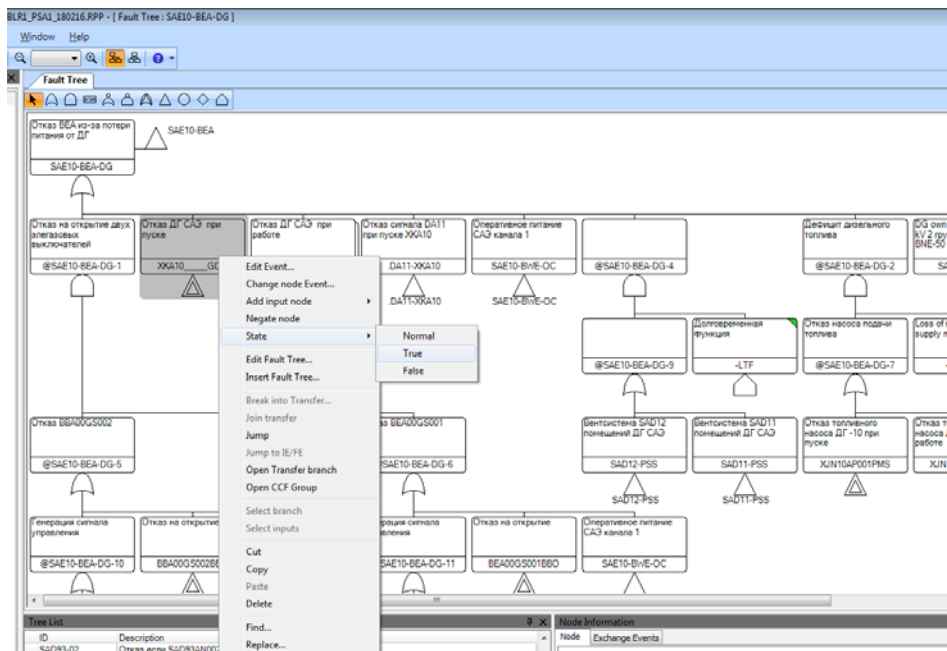


Рис. 1. Назначение постулируемого отказа элементу системы

Таблица 1. Значения базисных и постулируемых событий, использованных в анализе

Идентификатор постулируемого события	Описание события	Присвоенное значение
ХКА10 GDS	Отказ ДГ системы аварийного электроснабжения 1 канала при пуске	TRUE
ХКА20 GDS	Отказ ДГ системы аварийного электроснабжения 2 канала при пуске	TRUE
ХКА30 GDS	Отказ ДГ системы аварийного электроснабжения 3 канала при пуске	TRUE
ХКА40 GDS	Отказ ДГ системы аварийного электроснабжения 4 канала при пуске	TRUE
- LTF	Долговременная функция, учитываются отказы вентиляции	TRUE
- LNPS	Потеря нормального электроснабжения	TRUE

2. Для обеспечения независимости систем подпитки первого контура теплоносителем и системы ответственных потребителей целесообразно предусмотреть охлаждение насосов системы подпитки-продувки первого контура системой промконтура охлаждения ответственных потребителей.

Предлагаемый метод качественной оценки влияния систем различных уровней ГЭЗ прост и удобен в применении. Необходимо следить за расстановкой значений постулируемых событий, уделять внимание логическим условиям, введенным для симметризации модели (условия, показывающие, в работе оборудование

или в резерве). Метод позволяет оперативно оценить качественное влияние систем и элементов друг на друга. Результаты работы используются при совершенствовании проектной эксплуатационной документации.

Выводы.

1. Рассмотрены случаи взаимного влияния уровней ГЭЗ друг на друга.
2. Предложено использование интегральной модели ВАБ, выполненной в программе Risk Spectrum PSA, в качестве инструмента поиска данных случаев.
3. Проведен качественный анализ влияния отказов систем нижнего уровня на выполнение функций безопасности систем верхнего уровня. Исследованы причины отклонений, предложены пути их устранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.И. Самохин, А.В. Любарский, Д.Е. Носков. Вероятностный анализ безопасности АЭС уровня 1. Вып. 10. Труды НТЦ ЯРБ. – М.: НТЦ ЯРБ. 2010. – 166 с.
2. Отчет по обоснованию безопасности. Белорусская АЭС. Блок 1. (BLR1.P.110.1.01&&&.01&&.000.HD.0001).

СЕКЦИЯ

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО НЕРАЗБИРАЮЩИХСЯ КОНСТРУКЦИЙ АДДИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

А.И. Жигалова

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (НИУ),
Мытищинский филиал*

Цель работы заключается в разработке технологии для производства неразбирающихся конструкций. Под неразбирающимися конструкциями понимаются сложные технологические сборки из нескольких деталей, которые не могут быть изготовлены традиционными методами без частичных разрезов некоторых элементов. Примером неразбирающейся конструкции является игрушка «китайские шарики», хранящаяся в Кунсткамере в Санкт-Петербурге. В большом шарике из слоновой кости сделаны вырезы, через которые мастер резцом выточил второй шар, расположенный внутри первого. Потом во втором шаре были сделаны вырезы, и внутри второго шара был вырезан третий шар. И так далее. Получилась неразбирающаяся конструкция из двенадцати вложенных шариков из слоновой кости. Мастер не сможет изготовить шар внутри шара без дополнительных технологических вырезов во внешней оболочке, но аддитивные технологии позволяют это сделать.

Задача о технологии неразбирающихся конструкций появилась после анализа известных сооружений русского инженера и учёного В.Г. Шухова [1, 2]. Шаболовская радиобашня в Москве имеет стержневую основу и выполнена в форме кругового однополостного гиперboloида в каждой секции [3]. Технологическая трудность заключалась в подъёме очередной верхней секции через горловину уже установленной нижней секции. Такое геометрическое ограничение заставило конструктора создать специальную систему подъёмников.

В современных условиях многие технологические ограничения начала 20-го века перестали быть препятствием для конструкторов. Например, верхние секции теперь вполне можно было бы установить с помощью тяжёлого вертолётa. Ещё одним направлением развития конструкций В.Г. Шухова является переход от конечного числа несущих нагрузку стержней в сооружении к несчётному множеству, то есть к оболочке [4]. Несущую оболочку можно изготовить сколь угодно сложной математической формы, применяя аддитивные технологии [5–9]. Для доказательства этого с помощью 3D-моделирования и 3D-печати была изготовлена полуметровая модель высотной башни из шести секций. Секции были точно соединены одна с другой. Каждая секция имеет форму эллиптического однополостного гиперboloида. При проектировании максимально соблюдалось «золотое» соотношение, принятое в архитектуре. Нижние три секции были изготовлены на 3D-принтере в виде пустотелых оболочек толщиной приблизительно 5 мм, а верхние небольшие секции были сделаны цельными, потому что толщина их оболочек равна 2–3 мм.

В процессе изготовления нижних пустотелых секций появилась гипотеза о возможности сборки не только сложных деталей в единую конструкцию, но и единой неразбирающейся системы. Это направление является дальнейшим развитием идей В.Г. Шухова. Идея новой технологии в самом простом варианте её реализации заключается в изготовлении сразу двух деталей на 3D-принтере как единой заготовки для дальнейшего технологического процесса. Суть предлагаемой технологии изготовления неразбирающейся конструкции поясняется схемой на рис. 1.



Рис. 1. Суть предлагаемой технологии изготовления неразбирающейся конструкции

С помощью 3D-моделирования было выполнено проектирование двух тонких оболочек со сложными поверхностями в виде эллиптических однополостных гиперboloидов. Математическое обоснование формы конструкции и физические основы такого проекта были подробно изложены при создании модели высотной башни аддитивными технологиями 3D-печати [4–9]. Объектом исследования в этой работе являются те же самые секции модели высотной башни, изготовленные по тем же самым математическим моделям, но незначительно

доработанные исключительно масштабированием. Одна деталь меньшего размера расположена внутри другой детали большего размера. Но узкое горлышко большого однополостного гиперboloида слишком маленькое, чтобы провести через него основание сравнительно маленькой внутренней оболочки. Иными словами, максимальный диаметр маленькой внутренней детали оказывается больше минимально диаметра большой внешней оболочки. Такую сложную комбинацию двух эллиптических однополостных гиперboloидов можно изготовить только совместно аддитивными технологиями на 3D-принтере. После изготовления обе детали центрируются и устанавливаются на единое основание. Аддитивные технологии позволяют изготовить основание одновременно с двумя оболочками, но сначала было решено не совмещать эти технологические операции для детальной отработки процесса в целом и отработки методики моделирования.

Результатом 3D-моделирования и 3D-печати стала сложная неразбирающаяся конструкция из внутренней и внешней оболочек. Эти оболочки не являются силовыми элементами, но вполне могут служить в качестве опалубки для заполнения пространства между ними раствором бетона, эпоксидной смолой, арматурой и наполнителем композиционного материала – любым материалом, принимающим на себя основные нагрузки, действующие на конструкцию. Если бы у В.Г. Шухова была возможность воспользоваться такими технологиями, то облик Шаболовской башни в Москве и других сооружений русского инженера оказался бы совершенно другим. Останкинская башня создавалась уже не только из центрального напряжённого стержня, арматуры, но ещё из бетонной оболочки. В предлагаемом технологическом процессе аддитивными технологиями изготавливается опалубка любой сложности для дальнейшего заполнения силовой субстанцией.

Форма поверхностей в виде эллиптических или круговых однополостных гиперboloидов позволяет после изготовления опалубки без малейшего труда ввести в свободное пространство между оболочками прямолинейные прутья стальной или композиционной арматуры, а потом залить это пространство наполнителем. Для строительных конструкций актуальным наполнителем является бетон, создавая единую железобетонную конструкцию, а для авиационной и космической техники всё чаще начинают применять углеволокно и композиционные материалы, например, с эпоксидными наполнителями. После затвердевания наполнителя в пространстве между оболочками конструкция готова к применению. Опалубку часто можно даже не удалять, потому что внутренняя поверхность станет интерьером помещения и уже отделанной начисто стеной сложной геометрической формы, а внешняя поверхность возьмёт на себя роль фасада со всеми архитектурными особенностями. Пластиковая опалубка не подвержена процессу коррозии, поэтому долговечность и эстетичность строительного сооружения значительно повышаются.

Вывод. Аддитивные технологии позволяют создавать конструкции сложной формы, неразбирающиеся системы, которые не могут быть изготовлены традиционными технологиями. Такие конструкции могут быть как конечным продуктом, так и промежуточными заготовками, например, строительными опалубками, для дальнейшего технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н.Н. и др. Ажурная башня / Математические этюды. – Электронный ресурс: <http://www.etudes.ru/ru/etudes/shukhov/>.
2. Шуховские башни // Математическая составляющая / Ред.-сост. Н.Н. Андреев, С.П. Коновалов, Н.М. Панюнин. – М.: Математические этюды, 2015. – С. 60–61. – Электронный ресурс: <http://book.etudes.ru/toc/shuhov/>.
3. Привалов И.И. Аналитическая геометрия. Учебник для вузов. – Изд. Юрайт, 2016.
4. Жигалова А.И. Гармоническая математика однополостного гиперboloида. – Электронный ресурс (видеоролик 8 минут): <https://youtu.be/XD29txJO0gE>.
5. Жигалова А.И. Математическая архитектура однополостного гиперboloида в аддитивных технологиях / Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017. Школьные работы: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2017. 226 с. – С. 23–24. – Электронный ресурс: <https://mai.ru/science/gagarin/materialy-konferentsii/>.
6. Жигалова А.И. 3D-моделирование в конкурсных проектных работах школьного кружка // Материалы XXVIII Международной конференции "Современные информационные технологии в образовании". Научно-методическое издание / Редакционная группа: Алексеев М.Ю. и др. – Троицк-Москва, 27 июня 2017 г. – ISBN 978-5-9907219-4-4. – Электронный ресурс: http://ito.bytic.ru/uploads/files/conf_2017.pdf. – С. 373–374.
7. Жигалова А.И. Математическая архитектура высотной башни на основе однополостного гиперboloида // Строительство — формирование среды жизнедеятельности [Электронный ресурс]: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (26–28 апреля 2017 г., Москва) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (73,7 Мб). – М.: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017. – ISBN 978-5-7264-1660-1. – С. 71–73. – Эл. ресурс: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdstupa/>.
8. Жигалова А.И. Аддитивные технологии для изготовления сложных деталей / Тезисы докладов. 21-я Научно-техническая конференция молодых учёных и специалистов. – г. Королёв, Московская область, Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. С.П.Королёва, 30 октября – 3 ноября 2017 г. – Том 1. – С. 96–97. – Электронный ресурс: <https://conf.energia.ru/images/tezis-1.pdf>.

9. Жигалова А.И. 3D-моделирование и аддитивные технологии для изготовления сложных деталей / Материалы 11-го Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных "Наука и инновации в технических университетах", 25–27 октября 2017 г. – Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2017. – 121 с. – С. 38–39. – Электронный ресурс: <http://ysc.spbstu.ru/forum2017/Forum2017.pdf>.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Р.А. Козак, Н.И. Котелева

Санкт-Петербургский горный университет

Электромеханическое оборудование широко распространено и применяется практически во всех сферах человеческой деятельности: на промышленных предприятиях, в сфере общественных услуг, в повседневной жизни и т. д. Длительность жизненного цикла электромеханического оборудования зависит от многих факторов, главным из которых является проведение технического обслуживания. Качественное и своевременное обслуживание может продлить срок службы электромеханического оборудования. Актуальной задачей является создание специальных систем, упрощающих процесс обслуживания электромеханического оборудования. Одним из инструментов создания таких систем является технология дополненной реальности. Данная технология может использоваться при создании систем различным образом, например, может быть выполнена в виде отдельной системы, изолированной от всех остальных систем. Данное решение имеет ряд достоинств: легкость при внедрении, потребность меньшего времени на разработку и т.д. Однако, в процессе эксплуатации таких обособленных систем, выявляется ряд недостатков, связанных в первую очередь с недостаточным количеством информации, а значит и с недостаточным функционалом. Исправить данные недостатки можно путем построения комплексной системы автоматизации, в которой система техобслуживания оборудования и система дополненной реальности будут внедрены в виде модулей. Такой подход позволит системе дополненной реальности получить доступ к информации, в большей мере обладающей полнотой, достоверностью и своевременностью, чем в вышеописанном варианте.

Одним из инструментов интеграции модульной системы техобслуживания электрооборудования и модуля дополненной реальности является OPC-сервер. В данной работе OPC-сервер был выбран в качестве основного блока, связывающего различные параметры, изменения которых необходимо отслеживать в режиме реального времени, и модуля дополненной реальности. Модуль дополненной реальности был разработан и протестирован в лаборатории «Schneider Electric» Горного университета. В качестве объекта исследований был выбран «Умный щит» (Интеллектуальное низковольтное комплексное устройство) компании «Schneider Electric». «Умный щит» укомплектован автоматическими выключателями Compact NSX и пр., модульной системой Acti9 Smartlink, счетчиками энергии, сервером сбора данных и пр. На рис. 1 представлен внешний вид «Умного щита», интерфейс модуля дополненной реальности и пример его работы в одном из режимов.

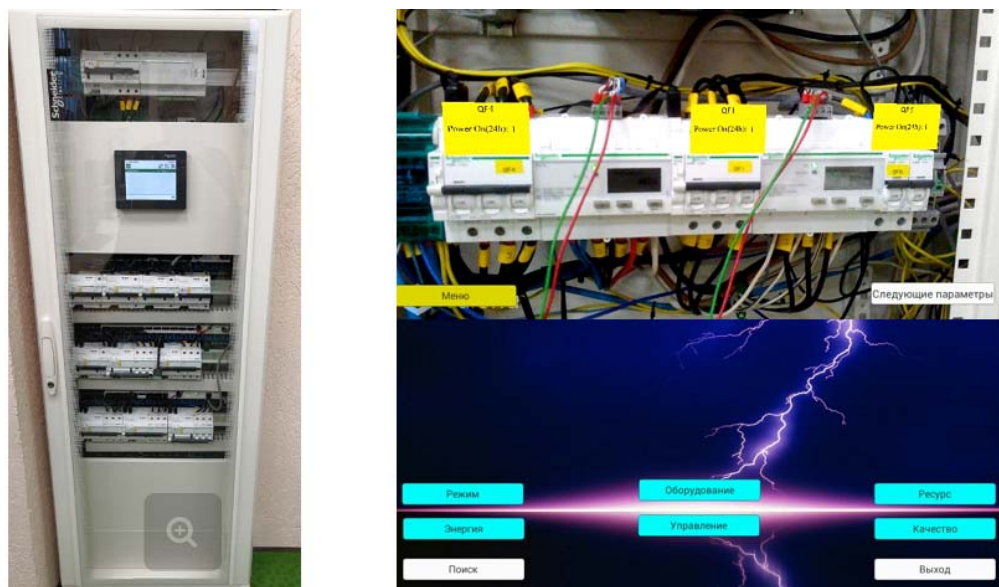


Рис. 1. Внешний вид «Умного щита», интерфейс модуля дополненной реальности и пример его работы в одном из режимов

Пользовательский интерфейс разрабатываемого модуля имеет шесть модификаций – «Режим», «Оборудование», «Ресурс», «Энергия», «Управление» и «Качество». Вкладка «Режим» – отображается информация о режимных параметрах сети: напряжение, частота и сила тока. Вкладка «Оборудование» – отображается информация о том, какое оборудование подключено к щиту. Вкладка «Ресурс» – отображается информация об остаточном ресурсе, количестве включений оборудования всего и за сутки. Вкладка «Энергия» – отображается информация о потраченной энергии с включения, за сутки и за месяц, а также длительность включения. Вкладка «Управление» – отображаются кнопки управления автоматическими выключателями. Вкладка «Качество» – отображаются информация о TDD, гармоники тока и напряжения.

В ходе проведения работы был разработан и протестирован модуль дополненной реальности. Данный модуль должен иметь возможность легко интегрироваться в существующую систему, проводить анализ информации от различных смежных систем и выдавать рекомендации обслуживающему персоналу об особенностях проведения технического обслуживания различных видов электрооборудования. Внедрение модуля дополненной реальности в систему технического обслуживания электрооборудования позволит сократить время на техническое обслуживание электрооборудования и, следовательно, снизить затраты на техническое обслуживание в целом.

ТЕХНИКО-МЕДИЦИНСКАЯ ОСНОВА НОВОГО РЕФЛЕКТОРНОГО ШАГАЮЩЕГО ТРЕНАЖЁРА

А.А. Скворцова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет «Московский авиационный институт»

Цель работы – вызвать безусловный рефлекс шагающего движения из подкорки головного мозга пациента с утраченными функциями опорно-двигательного аппарата с помощью специального тренажёра, который напомним человеку о природной траектории движения стопы.

Мозг в процессе эволюции стал развиваться, обрывать корой. В коре головного мозга, которая расположена снаружи находятся высшие психические функции: речь, мышление, эмоции и т.д. Кора головного мозга формировалась постепенно. Постепенно в ней появлялось всё больше психических функций. Это как компьютер, который постепенно становился всё мощнее. Обратимся к книге Л.О. Бадяняна «Невропатология» [1] и к атласу [2] и изучим подкорковую область мозга человека стрио-паллидум. Область стрио-паллидум является важной составной частью двигательной системы. По филогенетическому происхождению, то есть появлению на определённой ступени эволюционного развития, паллидум является более древним образованием, чем стриатум. Стрио-паллидум является составной частью двигательной системы. В двигательной системе человека есть два пути организации и передачи сигналов для выполнения движений. Во-первых, пирамидальный путь, который начинается в коре головного мозга. Кора – это сравнительно новое эволюционное образование с высшими физиологическими функциями. Её можно сравнить с мощным процессором компьютера. В двигательной зоне коры головного мозга формируется сигнал для выполнения человеком определённого движения. Это вершина пирамиды, её остриё. Затем этот сигнал передаётся ниже по пирамиде в передающие пути, расширяясь к основанию пирамиды, затем попадает в мышцы, ещё более расширяясь, пока не достигнет основания пирамиды. Во-вторых, существует внепирамидальный путь передачи сигнала и организации движения человека. Этот путь осуществляется внепирамидальной, или экстрапирамидальной, системой, в которую входит стрио-паллидум. Пирамидальный и внепирамидальный пути двигательного сигнала не обособлены, а, напротив, связаны друг с другом. Как только двигательный сигнал сформировался в коре головного мозга и поступил на вершину пирамидального пути, тут же включается внепирамидальная система, подключается к пирамидальной системе, участвует в организации произвольных движений человека. Пирамидальная система обеспечивает рациональные, оптимальные движения, а внепирамидальная – произвольные. Внепирамидальная система – это множество тех движений, которые человек в принципе способен осуществить. Пирамидальная система – это выбор оптимальных движений из указанного множества. На ранних стадиях эволюции, когда понятия о человеке ещё не существовало, когда кора головного мозга не была развита, основным двигательным центром была только область стрио-паллидум. Стрио-паллидум обеспечивала диффузные, неорганизованные, множественные движения. Особенно явно это видно при передвижении косяков рыб, в прыжках лягушек. Развитие головного мозга и его коры подчинило себе стрио-паллидум. Кора стала главным двигательным центром мозга человека. Стрио-паллидум под корой стала только предварительно готовить движения, предлагать возможное их множество. Кора стала выбирать из этого множества быстрые, чёткие, вполне определённые, дифференцированные движения. Кора стала перераспределять команды множеству мышц, обеспечивая рациональный мышечный тонус. С математической точки зрения это очень сложная задача управления механизмом с очень большим числом степеней свободы. Перераспределение мышечного тонуса с целью экономии механической энергии – это основное назначение стрио-паллидарной системы, взаимодействующей с

пирамидальной организацией передачи сигналов. Постепенная отработка точных движений связана с длительной автоматизацией стрио-паллидарной системы, с её организацией под руководством коры головного мозга. В филогенетическом, то есть эволюционном, отношении, стриатум является более поздним образованием, чем паллидум. Примером служат хладнокровные рыбы. Мощные и точные броски требуют очень много энергии, являясь паллидарной формой управления движением. Паллидарная форма энергетически расточительна, но она хранит информацию о всевозможных движениях организма, пусть даже не оптимальных. Позднее появились теплокровные птицы, у которых более выражен стриатум, потому что потребовалось экономить энергию, потому что большая часть энергии стала расходоваться на обогрев. Движения птиц стали более расчётливые и точные.

Следовательно, стриатум тормозит паллидум.

Стриатум ограничивает возможности паллидума более точным расчётом и оптимальным управлением движения, чёткой целью, экономией энергии. Наблюдается общая закономерность эволюционного процесса. Более молодые эволюционные образования тормозят и подчиняют себе более древние системы. Движение новорожденного носит паллидарный характер: броски, рывки, излишество. Но очень быстро они становятся более стриональными, расчётливыми. Наконец, эволюционно молодая кора головного мозга взяла под контроль всю стрио-паллидарную систему, организовав пирамидальный путь передачи двигательных сигналов. Такой контроль обусловил связи стрио-паллидарной системы с корой головного мозга, с мышцами, со спинным мозгом и зрительным бугром.

Кора головного мозга обнаружила, что у теплокровных организмов КПД маленький, механической энергии мало, её надо экономить. Поэтому в коре появился двигательный центр для оптимизации движения. Если мы хотим взять авторучку, то рука двигается по кратчайшему пути. Рыбам экономить механическую энергию не надо. Если акула хочет схватить рыбку, то часто она двигается по спирали, извивается, закручивается. Человек не может себе позволить так транжирить механическую энергию. Кора головного мозга с развившимся в ней двигательным центром оптимизации движения дополнила, но ни в коем случае не исключила, подкорковые безусловные двигательные рефлексы. Человек иногда во сне дёргает ногой – это подкорковый безусловный двигательный рефлекс, потому что во время сна происходит торможение коры головного мозга, человек отдыхает. Сон исследовал Фрейд, особенно подкорку мозга, но это относится к психофизиологическому анализу работы. С нейрофизиологической точки зрения важен факт существования диффузных, неорганизованных движений в паллидуме и более организованных движений в стриатуме. Техническая задача заключается в извлечении стрио-паллидарных движений из подкорки головного мозга, запоминание их корой, отработка и восстановление полноценной функции движения. Для этого организму надо напомнить то, что было в него заложено миллионы лет назад.

Закономерный вопрос. Если у человека нарушен опорно-двигательный аппарат, то не связано ли это с корой? Но если это связано с корой мозга, то как восстановить высшую двигательную функцию в коре? Кора может себя восстанавливать, она умная, мыслит, развивается, подстраивается, человек – устойчивая система. Как восстановить движение человека в коре мозга? Очевидный ответ – вызвать безусловный рефлекс из подкорки и записать его в кору. Мозг сам его запишет, запомнит, как ученик запоминает уроки. Схема такого вызова безусловного рефлекса с помощью нового шагающего тренажёра показана на рис. 1.



Рис. 1.

В подкорке есть природная траектория стопы, потому что она появилась очень рано, раньше, чем человек встал на две ноги. Это первичный безусловный рефлекс. Надо создать устройство, которое поможет человеку вспомнить эту природную траекторию с историей 50000–100000 лет, возможно больше.

Аналоги предлагаемого тренажёра созданы, существуют, работают, но эти аналоги служат только для разогрева мышц и постепенной ликвидации их атрофии. В устаревших аналогах нога пациента движется по дуге окружности. Ни один человек, ни одно животное так не ходит, не передвигается. На земле стопа человека неподвижна, а если систему координат связать с человеком, то движется по прямолинейному отрезку назад, потому что человек шагает вперёд. Затем, оторвавшись от поверхности земли, нога человека описывает дугу вперёд, устанавливается опять на поверхность земли и процесс повторяется. Техническая задача реализации природной траектории движения стопы человека решена на новом рефлекторном шагающем тренажёре для реализации отмеченной ранее нейрофизиологической основы восстановления временно утраченных функций опорно-двигательного аппарата [3–6].

Работа поддержана грантом программы УМНИК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян Л.О. Невропатология. – М.: Просвещение, 1982.
2. Астапов В.М., Микадзе Ю.В. Атлас нервной системы человека. Строения и нарушения. – Изд.8-е, пер. и доп. – М.: PerSe, 2011.
3. Сковрцова А.А. Рефлекторный реабилитационный шагающий тренажёр / I Международная школа конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Биомедицина, материалы и технологии XXI века», 25–28 ноября 2015. – Казанский (Приволжский) федеральный университет. – Казань: Изд. К(П)ФУ, 2015. – http://media.wix.com/ugd/14a693_45f91b4f1bb94b6c8f2ad843beeb8ded.pdf.
4. Сковрцова А.А. Шарнирный механизм для шагающего рефлекторного тренажёра / XXVII Международная инновационно ориентированная конференция молодых учёных и студентов МИКМУС-2015. – Труды конференции. – ИМАШ РАН, 2-4.12.2015. – С. 286–289. – Электронный ресурс: http://mikmus.ru/opendocs/Archive_materials/iicyss_2015_f_p.pdf.
5. Сковрцова А.А. Новый шагающий тренажёр / II Международная школа конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Биомедицина, материалы и технологии XXI века», 20–23 сентября 2016. – Казанский (Приволжский) федеральный университет. – Казань: Изд. К(П)ФУ, 2016.
6. Сковрцова А.А. Оценка плавности хода шагающего механизма / Наука и инновации в технических университетах: Материалы XI Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 121 с. – С. 23–25.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, КОМПЬЮТЕРНОЕ И НАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
НЕОПРОКИДЫВАЮЩИХСЯ КОНСТРУКЦИЙ

Е.С. Шентяпина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Мытищинский филиал, г. Мытищи, Московская обл.

Цель работы заключается в правильном сложении строительной конструкции в поле тяжести Земли или других планет из отдельных блоков без дополнительных связующих материалов. С механической точки зрения требуется из отдельных блоков составить перекрытие так, чтобы эти блоки не опрокидывались, чтобы все элементы работали только на сжатие в вертикальном направлении при отсутствии горизонтальных напряжений сдвига. Анализ научной литературы начался с Египетских пирамид и публикаций французского математика Гаспара Монжа о каменном строительстве арок из отдельных блоков строго определённой формы. В сборнике задач по теоретической механике И.В. Мещерского под редакцией Н.В. Бутенина и его команды содержится наиболее простая и близкая к этой научной работе задача, в которой требуется наложить одинаковые плиты одна на другую с максимальным сдвигом так, чтобы полученная система не опрокинулась. Решение задачи было повторено строго математически, а потом было предложено усложнить статическую систему и построить неопрокидывающуюся арку-мост из комбинации двух известных решений. Целью решения известной задачи является отработка методики расчёта конфигурации неопрокидывающейся системы для простейшего случая прямоугольных плит с последующим переносом методического результата на блоки произвольной формы. Простейший расчётный случай из сборника задач по теоретической механике И.В. Мещерского показан на рис. 1 для неопрокидывающейся системы из трёх прямоугольных плит [1].



Рис. 1. Простейший случай неопрокидывающейся системы из прямоугольных плит

Метод решения задачи основан на определении координат центров тяжести отдельных блоков и их комбинаций, сложенных со сдвигом, с постепенным наращиванием конструкции сверху вниз. Сначала вычислялись координаты центра тяжести верхней плиты, определялся максимально возможный её сдвиг относительно находящейся под ней опорной плиты. Потом вычислялись координаты центра тяжести двух плит, определялся их максимально возможный сдвиг относительно следующей опорной плиты, расположенной под ними, и т.д. Результатом решения этой задачи стало повторение известного результата: первую плиту можно выдвинуть относительно второй на половину её длины, вторую – на шестую часть длины, третью – на восьмую часть и т.д. Получилась последовательность допустимых сдвигов плит $\{L/2, L/4, L/6 \dots\}$. Методом математической индукции доказывается закономерность построения этой последовательности $L/(2k-2)$ в зависимости от числа k плит в неопрокидывающейся системе.

Новизна работы заключается в предложении устранить силовые связи между состыкованными неопрокидывающимися системами. В работе математически доказано, что такие силовые связи уменьшают надёжность и долговечность конструкции. В частности, если произойдёт разрушение одной полуарки, то её силовая связь с другой полуаркой разрушит всю конструкцию. Отсутствие силовой связи приведёт к разрушению только половины сооружения.

Следующей задачей было увеличение количества полуарочных неопрокидывающихся конструкций с целью получения купольного перекрытия. Для решения этой задачи пришлось отказаться от прямоугольной формы плит, перейти к трапецевидным плитам и круговым сегментам. Изучение круговых сегментов позволит построить перекрытие в виде купола. Для круговых сегментов задача формулировалась и решалась следующим образом. В первом, то есть верхнем, круговом секторе радиуса R_1 выполнялся вырез в виде меньшего сектора радиуса $r_1 < R_1$, при этом получался круговой сегмент $(r_1; R_1)$. Методом отрицательных масс была вычислена

координата центра тяжести первого кругового сегмента $x_{c1} = \frac{R_1^2 + R_1 r_1 + r_1^2}{R_1 + r_1}$. Верхний круговой сегмент

укладывается на опорный второй сверху круговой сектор произвольного радиуса $R_2 > R_1$. Произвольный выбор радиуса R_2 оставляет свободу архитекторам для дизайнерских решений. Во втором сверху опорном круговом секторе выполняется круговой центральный вырез радиуса r_2 . Получается второй сверху опорный сегмент $(r_2; R_2)$. Чтобы первый верхний сегмент не опрокинулся со второго, центр тяжести верхнего сегмента не должен выйти

из-под опоры второго сегмента, то есть должно выполняться условие $r_2 < x_{c1} = \frac{R_1^2 + R_1 r_1 + r_1^2}{R_1 + r_1}$. Далее

итерационный процесс вычисления координат центров тяжести отдельных блоков и сложенных из них постепенно увеличивающихся комбинаций повторяется. На рис. 2 показана схема математического расчёта допустимого выреза нижнего опорного кругового сегмента и дальнейшая реализация проектирования неопрокидывающегося купола на компьютере.

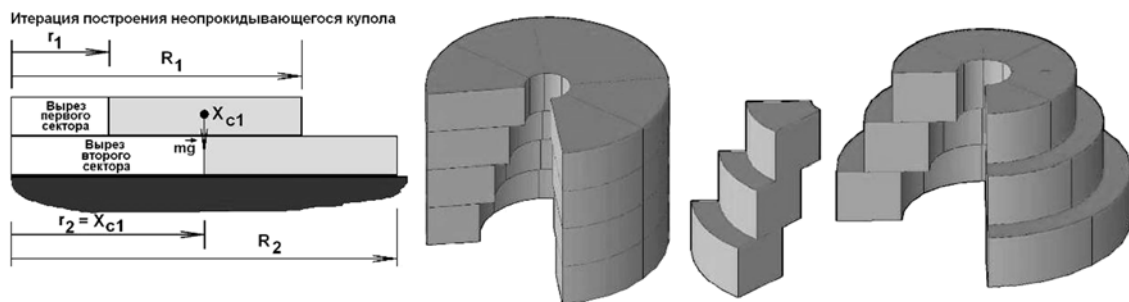


Рис. 2. Схема определения допустимого выреза в опорном круговом секторе

На третьем сверху опорном круговом секторе внешний радиус R_3 можно выбирать произвольным, но радиус r_3 сектора-выреза не должен превышать координату x_{c12} центра масс системы из двух верхних блоков, то есть $r_3 < x_{c12}$. Произвольный выбор внешних радиусов цилиндрических блоков очень важен для архитектурного проектирования конструкции. Часто архитектурные предложения противоречат конструкционным требованиям, поэтому при решении задачи предполагалось оставить как можно больше степеней свободы для архитектурных и дизайнерских проектов. Например, снаружи купол можно выполнить произвольной формы: цилиндрический, конический, сферический и т.д. Снаружи форма купола определяется исключительно архитектурными требованиями. Задачей конструктора в этой работе является синтез заданной архитектурной формы из отдельных неопрокидывающихся комбинаций, составленных из элементарных блоков. В двух рассмотренных случаях такими элементарными блоками были прямоугольные плиты и круговые секторы и сегменты. На рис. 2 показан вырез отдельной неопрокидывающейся комбинации, сложенной из элементарных блоков. Эти блоки, как и прямоугольные плиты в книге И.В. Мещерского, ничем не скреплены, уложены один на другой, не опрокидываются, держатся только за счёт силы тяжести как основной нагрузки и незначительной силы трения покоя, которую можно исключить из расчётной схемы.

Основная суть работы заключается в сборке единого архитектурного сооружения из неопрокидывающихся комбинаций элементарных блоков. Такая техническая задача и такой принцип проектирования актуальны для повышения безопасности эксплуатации зданий и сооружений. Например, в случае нештатной или аварийной ситуации может произойти разрушение одной комбинации блоков, но это никак не отразится на устойчивости оставшейся части конструкции.

Сборка архитектурного сооружения из отдельных неопрокидывающихся комбинаций элементарных блоков требует устранить силовые связи между этими комбинациями. Касательные напряжения между неопрокидывающимися сборками, как и между элементарными блоками в этих сборках, отсутствуют. По такому архитектурному принципу были построены Египетские пирамиды, устойчивость которых доказана тысячами. По такому же принципу Гаспар Монж проектировал арочные и купольные перекрытия во Франции, которые прекрасно сохранились до настоящего времени. Следовательно, отсутствие касательных и распирающих напряжений в архитектурном сооружении является залогом не только долговечности конструкции, но и безопасности эксплуатации здания.

Дальнейшее направление исследования неопрокидывающихся конструкций связано с изучением элементарных блоков более сложной формы, в общем случае произвольной. Трудность решения задачи определяется громоздкими математическими формулами для плит сложной формы. Но даже самые сложные формы плит, предложенные архитекторами, могут быть изучены компьютерными методами, в основном на предмет определения координат центров тяжести блоков и их комбинаций для расчёта допустимого сдвига.

Вывод. Практическое применение принципа неопрокидывающихся конструкций позволяет увеличить долговечность зданий и сооружений, повысить безопасность их эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике / Под ред. Н.В. Бутенина и др. – М.: Наука, изд. Физ-мат. лит., 1975.
2. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Том 1. Статика и кинематика. – М.: Наука, изд. Физ-мат. лит., 1979.

СЕКЦИЯ

«НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ФУЛЛЕРЕНОЛОВ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ ЦЕМЕНТОВ И КРАСОК

С.В. Азеев¹, К.Н. Семёнов¹, Н.А. Чарыков²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Полигидроксиллированные фуллерены могут быть использованы в различных областях науки и техники, например, в биомедицине [1], сельском хозяйстве [2], а также в качестве наномодификаторов полиэлектролитов [3], цементов [4] и красок [5].

В данной работе для приготовления цемента была использована стандартная цементно-песочная смесь на основе цемента марки “400” и кварцевого песка – ЦПС (фракция “0.6”) в соотношении песок: цемент: вода, равном 3.20: 1.60: 1.00. При этом навески фуллеренола отвечали содержанию последнего по отношению к массе цемента марки “400”: 0.00, 0.01, 0.05, 0.25, 1.00 масс. %. Жидкий цементный раствор заливался в металлические цилиндрические формы (с линейными размерами: высота $h \approx 20$ мм, диаметр $d \approx 90$ мм) и выдерживался при комнатной температуре и естественной влажности в течение семи суток. Таким образом, нами были исследованы следующие материалы: образцы цемента, модифицированные фуллеренолом, замороженные образцы цемента, модифицированного фуллеренолом (замораживание проводилось в течении 24 часов при -18 ± 2 °С), а также замороженные и оттаявшие образцы (при 25 ± 2 °С в течение 24 часов). Для испытания образцов использовался метод, методически весьма близкий к испытаниям по Гарднеру («метод падающего металлического шара»). Испытания для определения удельной ударной вязкости α выполнялись путем многократного (N раз) свободного падения груза – стального шара массой m (кг) на каждый образец с объемом V (м³) с высоты h (м) до разрушения образца. Результаты испытаний рассчитывались по формуле:

$$\alpha = \frac{mghN}{V}, \quad (1)$$

где ускорение свободного падения $g \approx 9.81$ м/с².

Полученные зависимости (рис. 1) позволяют сделать следующие выводы:

- зависимость удельной ударной вязкости для цементного камня – $\alpha(C_{\text{фуллеренол}})$ проходит через выраженный максимум как для замороженных, так и для размороженных образцов;
- практически для всех образцов цемента наблюдается значительное увеличение ударной вязкости при наномодифицировании (при оптимальной из изученных концентрации α возрастает на 99 отн. % для размороженных и на 124 отн. % для размороженных образцов цементного камня).

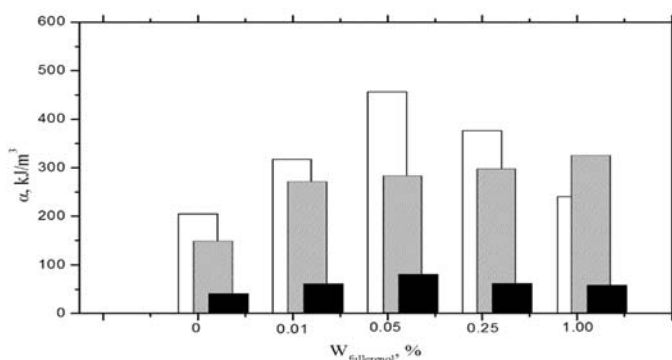


Рис. 1. Зависимость между ударной вязкостью образцов и содержанием фуллеренола $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$ в цементе для замороженных образцов (белая область), оттаявших образцов (черная область) и образцов, которые не замораживались (серая область). α – удельная ударная вязкость, W – массовая доля фуллеренола. Погрешность в определении удельной ударной вязкости составляла 8–12 %

Также нами были изучены такие характеристики водорастворимой и модифицированной фуллеренолом ($C_{60}(\text{OH})_{22-24}$) грунт-эмали как устойчивость к истиранию и адгезионная стойкость по отношению к стали. Указанные характеристики являются наиболее важными для эмалей и красок, нанесённых на поверхность металлов и сплавов. Эксперименты проводились при комнатной температуре (20 ± 2 °С), атмосферном давлении и относительной влажности воздуха 60–70%. Первоначальная толщина покрытия исследуемых образцов составляла $\delta = 20 \pm 3$ мкм. Корунд №63 был использован в качестве абразива для истирания поверхностного слоя. Сопротивление истиранию поверхности (χ) было рассчитано на основе уравнения (2):

$$\chi = \frac{M_{\text{abrasive}}}{\delta}, \quad (2)$$

где M_{abrasive} – масса абразивного материала, необходимая для износа покрытия; δ – толщина износа покрытия.

На рис. 2 показана устойчивость к истиранию краски на водной основе ВАК ВД-АК-012РК, модифицированной фуллеренолом $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$ на стали (Ст.). Из рисунка видно, что добавление небольшого количества фуллеренола (до $2.5 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹) значительно увеличивает сопротивление к истиранию покрытия (на 7 и 25% для первичного и полного истирания). Дальнейшее увеличение концентрации фуллеренола (до $4.2 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹) приводит к крайнему резкому увеличению сопротивления к истиранию в 8.3 раза (730 %) для первичного истирания и в 2.9 раза (190 %) для полного истирания.

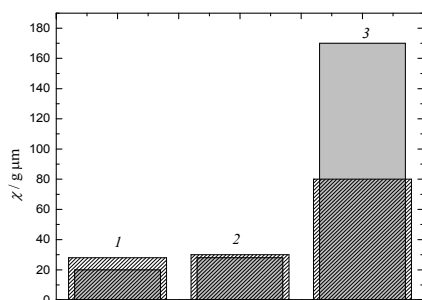


Рис. 2. Сопротивление истиранию краски на водной основе ВАК ВД-АК-012РК, модифицированной фуллеренолом $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$ на стали (устойчивость к первичному истиранию – серая область, устойчивость к полному истиранию – заштрихованная область). Концентрации фуллеренола: 1 – 0 моль·л⁻¹, 2 – $2.5 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹, 3 – $4.2 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹

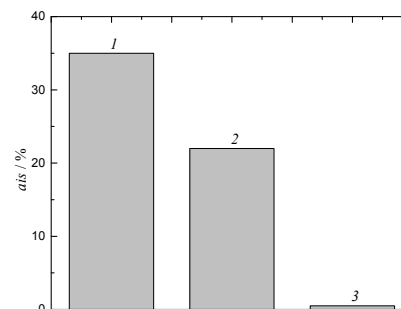


Рис. 3. Адгезионная нестойкость (*ais*) покрытия краски ВАК ВД-АК-012РК, модифицированной фуллеренолом $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$. Концентрации фуллеренола: 1 – 0 моль·л⁻¹, 2 – $2.5 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹, 3 – $4.2 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹

Тот же материал и тоже красочное покрытие были использованы нами для испытания адгезионной стойкости (нестойкости) краски на стали. Для проведения эксперимента был использован метод «решётчатых надрезов». Адгезионная стойкость покрытия (*as*) определялась как отношение площади, оставшейся неотслоенной (S_{res}), к общей площади покрытия «клеейкой лентой» (S_{total}), выраженная в отн. %. Соответственно, адгезионная нестойкость (*ais*) определяется как разность между 100 отн. % и *as*:

$$as = \left[\frac{S_{\text{res}}}{S_{\text{total}}} \right] \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$ais = 100 - as = \left[\frac{S_{\text{destr}}}{S_{\text{total}}} \right] \cdot 100\%, \quad (4)$$

где S_{destr} – площадь разрушенной при отслаивании поверхности покрытия. На рис. 3 показана зависимость между *ais* и концентрацией фуллеренола $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$ в краске. Таким образом, введение небольших количеств $C_{60}(\text{OH})_{22-24}$ (до концентрации $2.5 \cdot 10^{-4}$ М) значительно уменьшает адгезионную нестойкость (на 29 %). Дальнейшее увеличение концентрации фуллеренола (до $4.2 \cdot 10^{-3}$ М) сводит адгезионную нестойкость до нулевого уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. K.N. Semenov, N.A. Charykov, V.N. Postnov, V.V. Sharoyko, I.V. Vorotyntsev, M.M. Galagudza, I.V. Murin, Fullerenols: Physicochemical properties and applications, Prog. Solid State Chem. 44 (2016) 59–74. doi:10.1016/J.PROGSOLIDSTCHEM.2016.04.002.
2. G.G. Panova, I.N. Ktitorova, O.V. Skobeleva, N.G. Sinjavina, N.A. Charykov, K.N. Semenov, Impact of polyhydroxy fullerene (fullerol or fullereneol) on growth and biophysical characteristics of barley seedlings in favourable and stressful conditions, Plant Growth Regul. 79 (2016) 309–317. doi:10.1007/s10725-015-0135-x.
3. D.V. Postnov, N.A. Melnikova, V.N. Postnov, K.N. Semenov, I.V. Murin, Nafion-based nanocomposites with light fullerenes and their functionalized derivatives, n.d. http://www.ipme.ru/e-journals/RAMS/no_13914/04_13914_postnov.pdf (accessed October 4, 2018).
4. A.A. Zolotarev, A.I. Lushin, N.A. Charykov, K.N. Semenov, V.I. Namazbaev, V.A. Keskinov, A.S. Kritchenkov, Impact resistance of cement and gypsum plaster nanomodified by water-soluble fullerenols, Ind. Eng. Chem. Res. 52 (2013) 14583–14591. doi:10.1021/ie400245c.
5. K.N. Semenov, N.A. Charykov, D.G. Letenko, V.A. Nikitin, V.I. Namazbaev, V.A. Keskinov, Y.V. Pukhareno, Synthesis and protection effect of fullereneol-d. II. Modification of water-soluble priming enamel with fullereneol-d, Prot. Met. Phys. Chem. Surfaces. 48 (2012) 334–339. doi:10.1134/S2070205112030161.

ИЗМЕНЕНИЕ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И НАПРЯЖЕНИЯ

Л.В. Белова

АО «Ордена Трудового Красного Знамени Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (АО «ВНИИРА»)

Перспектива современного приборостроения связана с созданием приборов, обладающих малыми массами, габаритными размерами, энергопотреблением и себестоимости при безусловном выполнении целевой функции с заданной точностью.

МЕМС состоит из механических микроструктур, микродатчиков, микроактюаторов и микроэлектронных компонентов. Микродатчики обнаруживают изменения в окружающей систему среде, измеряя механические, тепловые, магнитные, химические или электромагнитные величины. Микроэлектроника обрабатывает эту информацию и сигнализирует микроактюаторам, чтобы они создавали некоторую форму изменений по отношению к окружающей среде либо в самой системе. Элемент, реагирующий на изменение измеряемой величины, называется чувствительный элемент (ЧЭ) [1].

К микромеханическим приборам относятся микроакселерометры, включая датчики углового положения (ЧЭ-пробная масса), микродатчики давления (ЧЭ-мембрана), гироскопы (ЧЭ-вибрирующая масса), также на основе МЕМС изготавливаются фильтры и генераторы высокой частоты.

Роль преобразователя энергии в микродатчиках выполняет микромеханический резонатор. Общий вид балочного резонатора представлен на рис. 1.

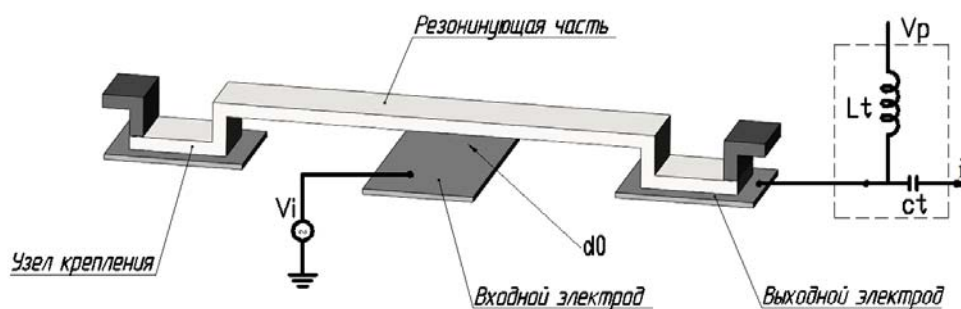


Рис. 1. Общий вид и принцип работы резонатора

Резонаторы имеют различные формы: балки, гребенки, диски и т.д., также могут быть классифицированы по виду испытываемых нагрузок: изгиб, кручение и объемный режим [2].

Вибрации с изгибным режимом характеризуются изгибом структуры вдоль ее длины, так что движение в поперечном направлении перпендикулярно длине. Резонаторы, работающие на кручение, чаще всего встречаются в виде лопастных резонаторов. Это пластина, которая поддерживается на двух противоположных концах торсионами. Волнообразный резонатор колеблется посредством вращения вокруг оси, вдоль которой расположены торсионы. Резонаторы с объемными колебаниями характеризуются деформацией структуры за счет плоских разложений или сокращений, а не изгиба. В терминах геометрической зависимости резонансные частоты объемных мод зависят только от боковых физических размеров структуры (например, ширины или длины). Другими словами, боковые особенности самой структуры определяют акустическую длину волны (λ) режима вибрации.

Основным параметром для выше перечисленных МЕМ резонаторов является собственная частота, которая зависит от свойств материала микроструктуры, ее геометрии и температуры и определяется формулами [3]:

$$f = \beta \left(\frac{t}{L} \right)^2 \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{— для изгибных колебаний;}$$
$$f_{bulk} = \frac{\beta}{\lambda} \sqrt{\frac{E_{bulk}}{\rho}} \quad \text{— для объемных колебаний;}$$

где L , t – длина и ширина резонатора, E – модуль Юнга, E_{bulk} – модуль Юнга для заданной оси движения, β – безразмерный коэффициент, определяемый формой колебательной моды, который, в свою очередь, зависит от соответствующих граничных условий, применяемых к структуре, ρ – плотность материала.

В многообразии форм и видов резонаторов возникает вопрос в оценки эффективности того или иного резонатора для разрабатываемого измерительного датчика. Для первичной оценки системы предлагается использовать модальный и температурный анализы.

В данной статье с помощью метода конечных элементов в программном комплексе инженерного анализа ANSYS проведен модальный и температурный анализы MEM резонаторов, работающих на изгиб, кручение и в объемном режиме [4]. Модели MEM резонаторов спроектированы в программе Solid Works.

В результате модального и температурного анализов были получены графики относительных значений изменения собственной частоты MEM резонаторов от температуры для нескольких режимов колебаний, диаграммы представлены на рис. 2.

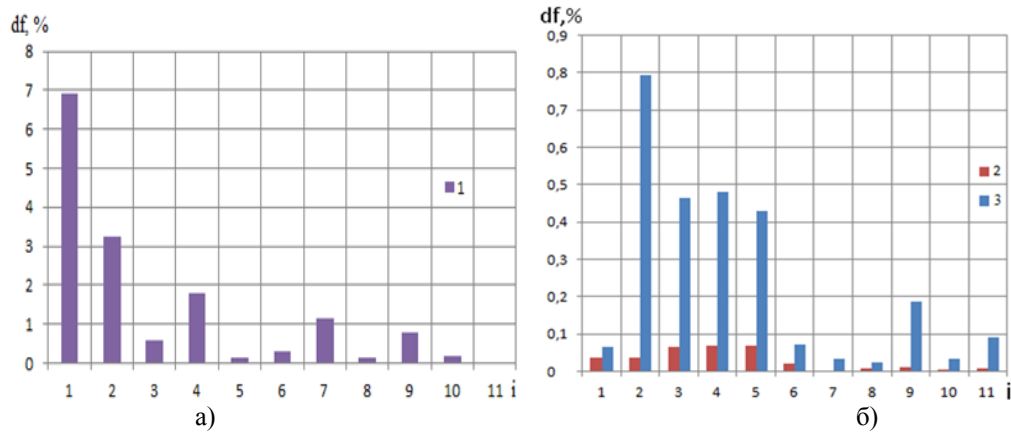


Рис. 2. Относительное изменение собственной частоты от температуры для различных режимов колебаний: а) 1 – изгиб; б) 2 – кручение; 3 – объемный режим

Также были получены формы собственных колебаний MEM резонаторов. Из работы сделаны выводы о том, что влияние температуры на MEM резонатор, работающий в режиме изгиба значительно больше, чем на резонатор, работающий в объемном режиме. Наиболее чувствителен к изменению температуры резонатор, работающий на изгиб. Для моды колебаний $i = 1$ изменение собственной частоты – 6,8%. Для резонатора, работающего на кручение, изменение собственной частоты в пределах 1 %. Резонатор, работающий в объемном режиме, показывает минимальное изменение собственной частоты от температуры, порядка 0,1%.

MEM резонаторы, работающие на кручение и в объемном режиме можно использовать в качестве резонирующего элемента в акселерометрах, гироскопах и т.д. Резонаторы, работающие на изгиб, будут более востребованы в датчиках температуры. Также объемный режим колебаний микрорезонаторов является предпочтительным для высокой частоты генерации из-за большей жесткости строения по сравнению с другими режимами [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.
2. Бестугин А.Р., Белова Л.В. Эквивалентная электромеханическая модель дискового резонатора // Успехи современной радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 253–259.
3. Reza Abdolvand, Behraad Bahreyni, Joshua E. Micromachined Resonators: A Review // Micromachines. 2016. № 7(160). P. 1–56.
4. Барбин Е.С., Коледа А.Н. Влияние температуры на микромеханический резонатор. – XIX Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии», апрель 2013. С. 125–126.
5. C. Zhang, E. B. Myers, J. E. Sader, M. L. Roukes. Nanomechanical Torsional Resonators for Frequency – Shift Infrared thermal Sensing // Nano letters. 2013. № 13(4). P. 1528–1534.

ПОЛУЧЕНИЕ ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА РЕКОМБИНАНТНОГО БЕЛКА T6F, СОДЕРЖАЩЕГО АНТИГЕНА VIBRIO CHOLERAЕ, НА ОСНОВЕ КЛЕТОК E.COLI

Ю.Г. Базарнова, Т.А. Болотникова, Е.Б. Аронова
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Холера – это кишечное быстро дегидратирующее, инфекционное заболевание. Возбудителем данного заболевания является бактерия вида *Vibrio cholerae*, а именно токсигенная серогруппа O1 и реже O139. Характеризуется фекально-оральным механизмом передачи (реже прямая передача от человека к человеку), поражением тонкого кишечника, водянистой диареей, рвотой, быстрой потерей организмом жидкости и электролитов с развитием различной степени обезвоживания вплоть до гиповолемического шока и смерти.

Эффективной профилактикой холеры является вакцинация. Пероральные рекомбинантные вакцины на основе эпитопов бактериальных антигенов прочно занимают лидирующие позиции в данном направлении. Такие вакцины индуцируют выраженный иммунный ответ и подавляют бактериальный транскитоз, являющийся ключевым фактором в развитии заболевания. Объект исследования – кандидатная вакцина против холеры с активным компонентом – рекомбинантным белком TBF, который содержит в своем составе иммуногенные эпитопы белков высокопатогенных штаммов холеры TcrA и B(rBS), а также участок, обеспечивающий проникновение антигена через эпителий стенки желудка.

1) Белок TcrA является компонентом токсинорегулируемых пилей адгезии, формирует полимеры из субъединиц размером 20,5 кДа [1]. Данный белок есть фактор колонизации патогена [2]. Токсин-регулируемые пили являются важными протективными антигенами, обладающими выраженными защитными свойствами [3].

2) Субъединица B холерного экзотоксина (rBS) представляет собой пентамер, каждая из субъединиц которого представлена полипептидной цепью, состоящей из 103 аминокислотных остатков [4]. Белок содержит в своем составе антигенные детерминанты [5], в ответ на которые формируются нейтрализующие антитела.

Цель работы заключается в получении штамма продуцента рекомбинантного белка TBF, содержащего антигены *Vibrio cholerae*, на основе клеток *E.coli*.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) Синтез гена *tbf*, кодирующего высокоиммуногенные эпитопы патогенных штаммов холеры;
- 2) Клонирование гена *tbf* в плазмиде pET28a+;
- 3) Создание штамма *E.coli* – продуцента рекомбинантного белка TBF;
- 4) Оценка экспрессии гена *tbf* в полученном штамме-продуценте.

Работа была выполнена на базе лаборатории №6 «Генетической инженерии вакцин» ФГУП «Гос. НИИ ОЧБ» ФМБА России. В соответствии с компьютерными базами данных NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov), для дизайна рекомбинантного белка TBF были выбраны наиболее протективные эпитопы бактериальных антигенов: субъединица B холерного экзотоксина, белок холерных пилей A, а также домен, являющийся лигандом к Fc-рецепторам к стенке желудка. Выбранные консенсусные участки, характерные для патогенных штаммов *V.cholerae*, анализировали на наличие в них T и B клеточных эпитопов. При анализе использовались такие пакеты программ, как Veripred Linear Epitope Prediction 2.0 и IEDB Analysis Resource. Кандидатная структура была создана из выбранных участков аминокислотных последовательностей, затем для получения пространственной модели гибридного белка TBF использовали алгоритм I-Tasser в автоматическом режиме. Полученный гибридный белок TBF стабилен, имеет молекулярную массу 74.3 кДа, pI 8.82 (программа ProtParam). Нуклеотидная последовательность, кодирующая белок TBF (длиной 2085 п.н.), была рассчитана и кодонно оптимизирована для экспрессии в клетках *E.coli*. Осуществляли синтез рассчитанной последовательности гена *tbf*, длиной 2085 п.н. методом ПЦР с использованием перекрывающихся олигонуклеотидов, полученных с помощью синтезатора ДНК ASM-800 (БИОССЕТ, Россия). Дизайн и анализ праймеров осуществлялся с помощью программы FastPCR v.4.0.27 (PCRTeam, Финляндия), подбор праймеров для амплификации таргетного гена осуществлялся с помощью программы для расчёта свойств олигонуклеотидных праймеров (Олигокалькулятор [6]). Отсутствие мутаций в последовательности гибридного гена было подтверждено с использованием метода секвенирования. Секвенирование амплифицированных фрагментов ДНК проводили по методу Сэнджера.

Синтезированную последовательность изолировали с использованием препаративного электрофореза в агарозном геле, для экспрессии гена *tbf* в клетках *E. coli* использовали вектор pET28a(+). Клонирование гена в векторе осуществляли по сайтам рестрикции XhoI и NdeI. Далее осуществляли лигирование рестрицированных фрагментов. Полученной лигазной смесью трансформировали компетентные клетки *E.coli* штамма DH10B/R. Предварительно готовили клетки для трансформации, затем осуществляли трансформацию компетентных клеток методом электропорации. Отбирали клоны трансформированные полученной плазмидой на селективной среде с канамицином. Проводили рестрикционный анализ выделенной из клонов плазмидной ДНК (плазида pET28a(+)*tbf*), который показал наличие вставки гена около 2000 п.н., что соответствует рассчитанному размеру гена *tbf*.

Культивировали клетки штамма *E.coli* DH10B/RpET28a(+)*tbf*, затем выделяли плазмидную ДНК и обессоливали. Осуществляли подготовку клеток *E.coli* BL21(DE3) для трансформации, затем трансформировали компетентные клетки методом электропорации. Отбирали клетки на селективной среде с канамицином, выделяли плазмиды. Выделенные плазмиды были подвергнуты ПЦР, кроме лизата в качестве матрицы использовали вектор pET28a+. Результат ПЦР анализировали электрофорезом в агарозном геле. Результат подтвердил наличие в штамме *E.coli* BL21(DE3) плазмиды со вставкой гена *tbf*.

В ходе исследования был химически синтезирован ген *tbf*, кодирующий высокоиммуногенные эпитопы патогенных штаммов холеры: субъединицу холерного токсина B (rBS), белок холерных пилей A (TcrA), а также домен, являющийся лигандом к Fc-рецепторам в стенке желудка (FcL). Были созданы экспрессионный вектор pET28a(+)*tbf* путем клонирования гена, кодирующего рекомбинантный белок TBF, в плазмиде pET28a(+) и штамм *E.coli* для его амплификации. В результате был создан штамм *E.coli* BL21(DE3)pET28a(+)*tbf* продуцент рекомбинантного белка TBF, содержащий антигены *Vibrio cholerae*.

Кроме того, индукция экспрессии целевого гена *tbf* была подтверждена: она происходит при использовании как 1 mM ИПТГ, так и 0,2% лактозы в качестве индуктора.

Таким образом, полученные результаты могут быть рассмотрены для создания стабильного и безопасного рекомбинантного вакцинного препарата, содержащего субъединицу холерного токсина В (rBS), белок холерных пилей А (TcpA), а также домен, являющийся лигандом к Fc-рецепторам в стенке желудка (FcL).

ЛИТЕРАТУРА

1. Kiaie, S. Recombinant toxin-coregulated pilus A (TcpA) as a candidate subunit cholera vaccine / S. Kiaie, H. Abtahi, G. Mosayebi, M. Alikhani, I. Pakzad // Iranian Journal of Microbiology. – 2014. – № 6. – P. 68–73.
2. Megli, C.J. Crystal structure of the Vibrio cholerae colonization factor TcpF and identification of a functional immunogenic site / C.J. Megli, A.S. Yuen, S. Kolappan, M.R. Richardson, M.N. Dharmasena // Mol. Biol. – 2011. – № 409. – P. 146–158.
3. Liljeqvist, S. Surface display of the cholera toxin B subunit on Staphylococcus xylosus and Staphylococcus carnosus / S. Liljeqvist // Applied and Environmental Microbiology. 1997. – № 63. – P. 2481–2488.
4. Sanchez, J. Recombinant cholera toxin B subunit and gene fusion proteins for oral vaccination / J. Sanchez, S. Johansson, B. Löwenadler, A. Svennerholm, J. Holmgren // Research in Microbiology. – 1990. – № 141. – P. 971–979.
5. Praetor, A. Membrane-anchored human FcRn can oligomerize in the absence of IgG / A. Praetor, R.M. Jones, W.L. Wong, W. Hunziker // Journal of Molecular Biology. – 2002. – № 321. – P. 277–284.
6. Олигокалькулятор [Электронный ресурс]: Программа для расчёта свойств олигонуклеотидов (праймеров). – Режим доступа: <http://www.bio.bsu.by/molbiol/oligocalc.html>, свободный. – Загл. с экрана.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

К.Л. Валиева, А.С. Голубева, В.А. Соколова

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

Формирование лакокрасочных покрытий на древесине представляет собой сложный комплекс физико-химических процессов, протекающих при установлении адгезионного контакта между подложкой и лакокрасочным материалом. Физико-механические и эксплуатационные свойства защитно-декоративного покрытия во многом обуславливаются характером взаимодействия лакокрасочной композиции с подложкой. Природа такого взаимодействия носит как физический, так и химический характер и связана с физико-химическими свойствами как древесины, так и лакокрасочного материала. Вид взаимодействия и глубина протекания этих процессов влияют на качество лакокрасочного покрытия.

В связи с этим, в лаборатории отделки СПбГЛТУ были проведены физико-химические исследования, имеющие место на границе лакокрасочный материал – древесина при формировании защитно-декоративного покрытия разработанными водно-дисперсионными лакокрасочными материалами.

Исследования проводились по следующим этапам:

- изучение физико-химических процессов, протекающих при формировании покрытий на древесине на основе водно-дисперсионных лакокрасочных составов;
- исследования тепловых эффектов, имеющих место при отверждении лакокрасочного материала на подложке.

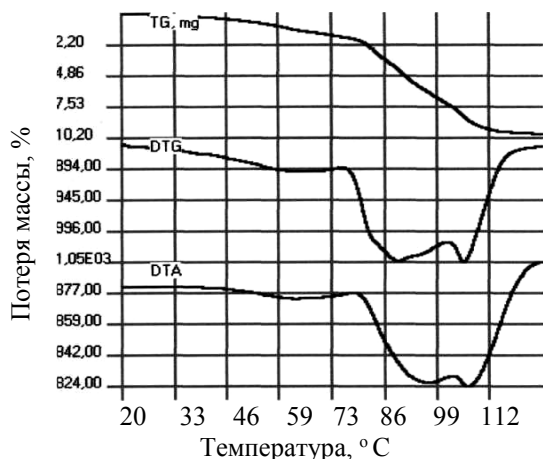


Рис. 1. Термический анализ состава №1

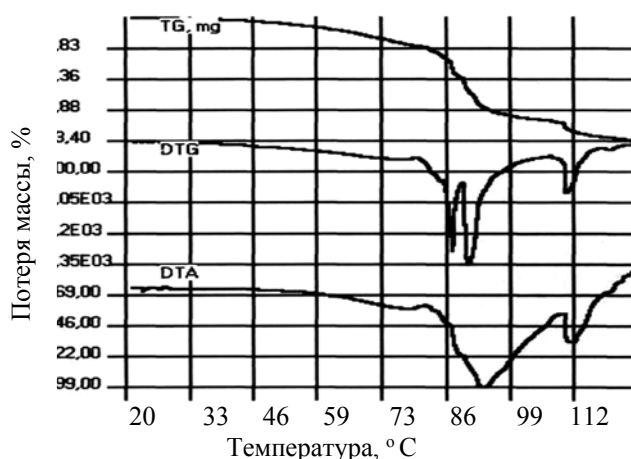


Рис. 2. Термический анализ состава №2

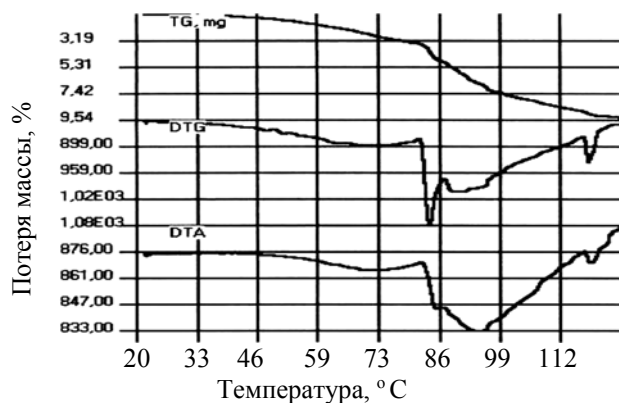


Рис. 3. Термический анализ состава №3

Результаты термического анализа, проведенного дериватографическим методом, представлены на рис. 1–3 (3 состава лаковых композиций).

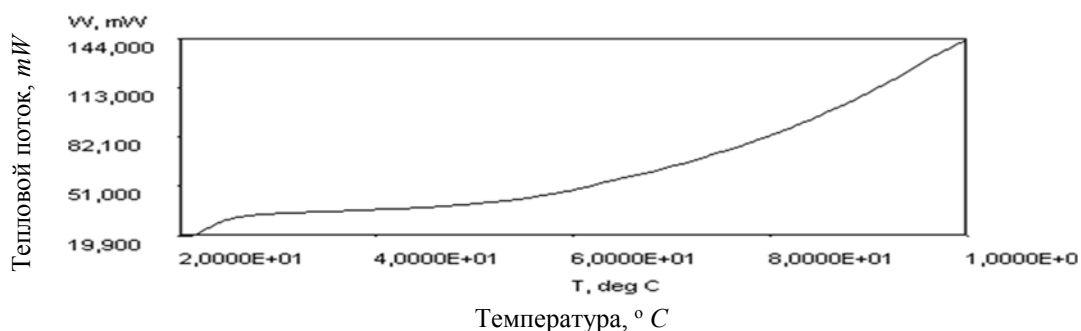


Рис. 4. Кинетика нагрева водно-дисперсионного лакокрасочного материала (состав №1)

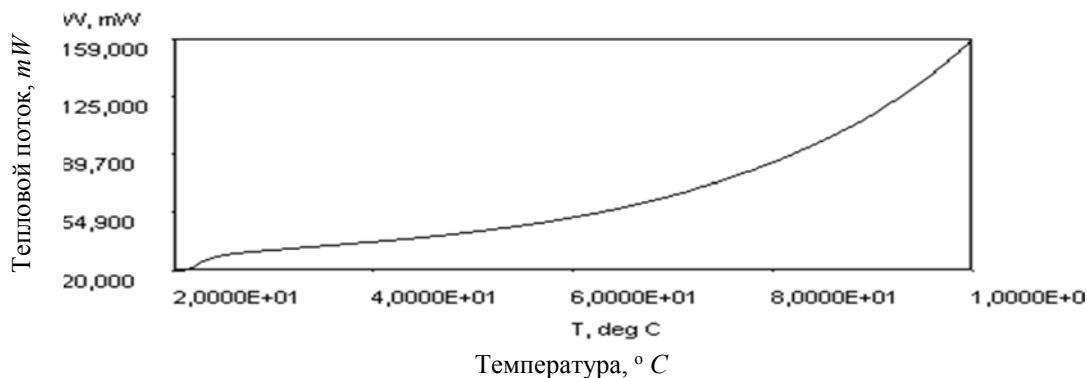


Рис. 5. Кинетика нагрева водно-дисперсионного лакокрасочного материала (состав №2)

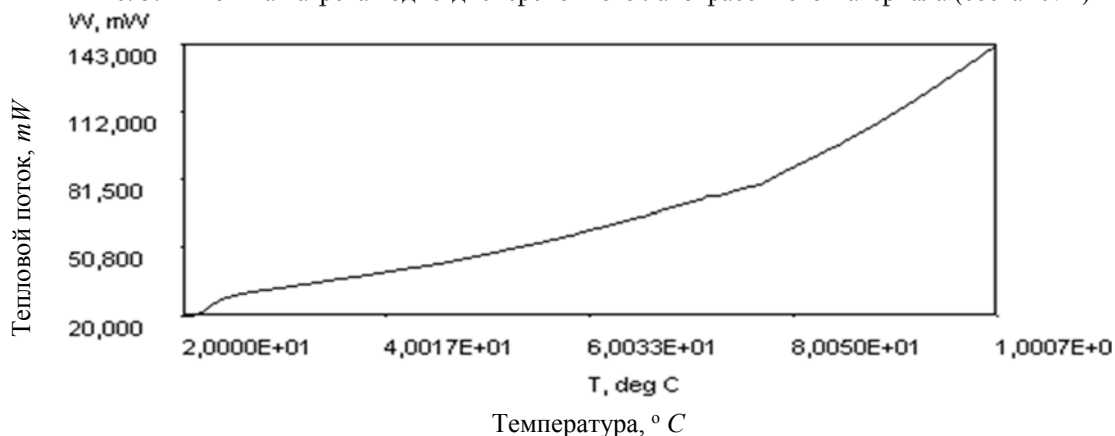


Рис. 6. Кинетика нагрева водно-дисперсионного лакокрасочного материала (состав №3)

Как показывает анализ кривых, представленных на рис. 1–3, максимальная скорость потери массы при нагревании разработанного водно-дисперсионного лакокрасочного материала (состав №1) достигается при $\approx 103^{\circ}\text{C}$, а второго и третьего соответственно при 90°C и 80°C . Что касается эндо- и экзо-эффектов (кривая DTA), то наибольший пик эндо-эффекта, достигаемый при $\approx 108^{\circ}\text{C}$, имеет состав №1, а составы №2 и №3 имеют этот пик при $\approx 95^{\circ}\text{C}$ соответственно.

Эти данные согласовываются с расчетными значениями энергии испарения, полученными нами при изучении кинетики пленкообразования – удельная теплота испарения L составляет для состава №1 14,44 кКал/моль, для состава №2 10,89 кКал/моль и состава №3 6,81 кКал/моль.

Результаты исследования тепловых эффектов на дифференциальном сканирующем калориметре Perkin-Elmer DSC-7 представлены на рис. 4–6.

Анализ представленных кривых показывает, что процесс формирования покрытия на основе водно-дисперсионной лакокрасочной композиции при различных температурах сушки не сопровождается какими бы то ни было тепловыми явлениями, связанными с химическими процессами, т.е. кинетика пленкообразования на основе вышеуказанных составов представляет собой физический процесс испарения растворителей, скорость которого зависит от температуры сушки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета по науке и высшей школе.

ЗАДАЧА ШТЕЙНЕРА ДЛЯ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

А.И. Драцкая

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 5» городского округа Королёв (мкр. Юбилейный) Московской области

При создании силовой ячейки нового лёгкого и прочного композиционного материала появилась задача о соединении нескольких точек самой короткой линией. Сначала с помощью мыльных плёнок я показала, как соединить четыре вершины квадрата самой короткой линией [1, 2]. Это задача Штейнера. Штейнер сформулировал эту задачу следующим образом. Как проложить самую короткую дорогу, чтобы соединить четыре деревни в вершинах квадрата. Даже старшие школьники и студенты не всегда берутся решать эту задачу, потому что не известен вид соединительной линии. Оказывается, что решением этой задачи является дорога из пяти отрезков с двумя перекрёстками. Я предложила узнать вид такого необычного решения из опытов с мыльными плёнками [3–8]. Мыльные плёнки натягиваются по самым лёгким поверхностям, поэтому можно ожидать, что соединительные линии тоже будут самыми короткими. Так оно и получилось. Мыльные плёнки на кубическом проволочном каркасе сбоку выглядят так, как решение задачи Штейнера для четырёх вершин квадрата. Потом студенты точно решили эту задачу по форме соединительной линии, взятой из моих опытов с мыльными плёнками [9]. Без этой схемы точно решить задачу у студентов не получалось. Значит, ячейку композиционного материала надо делать в форме мыльных плёнок, как это показано на рис. 1.

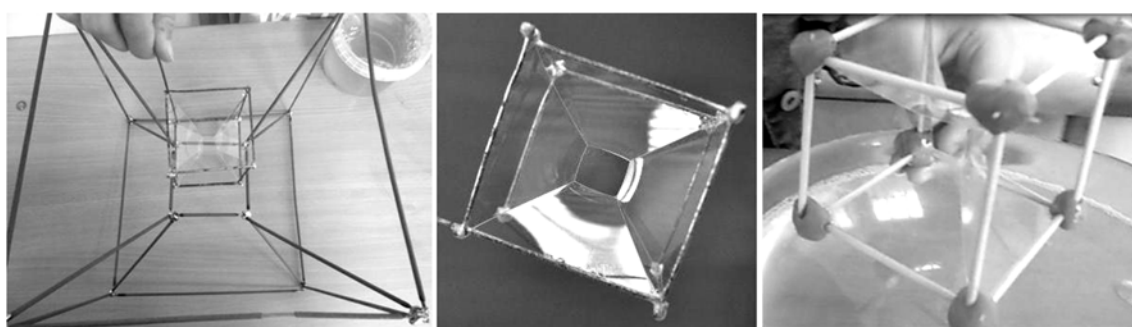


Рис. 1. Совпадение теоретического и экспериментального результатов

После решения плоской задачи Штейнера я перешла к изучению кубика: соединить восемь вершин куба самой короткой линией. Эта задача может найти важное практическое применение при создании объёмных строительных конструкций. Для определения вида самой короткой соединительной линии опять были применены мыльные плёнки. Я применяла экспериментальный метод, сфотографировала мыльные плёнки на кубическом каркасе так, чтобы хорошо был виден маленький квадрат в середине куба. Студенты применяли теоретический метод, пользовались формулами. Потом мною из толстой проволоки была спаяна большая модель соединительной линии, рёбра куба в которой нужны только для удобства транспортировки и прочности. Проволочная модель точного решения студенток тоже была сфотографирована. Фотографии, экспериментального и теоретического результатов совпали. Модели перспективного композиционного

материала с плёночными силовыми ячейками, полученными на основе решения задачи Штейнера, были изготовлены из бумаги и пластмассы, они показаны на рис. 2.



Рис. 2. Уточнение формы ячейки из плёнок по мыльным плёнкам

Выкройкой половины силовой ячейки служит правильный шестиугольник, размеченный на шесть правильных треугольников. При сворачивании выкройки в правильную четырёхугольную пирамиду надо наложить две треугольные грани на другие две такие же грани для склеивания. Затем склеенную выкройку надо сложить так, чтобы получился один треугольник. После отрезания одной трети выкройки от вершины треугольника получится усечённая правильная четырёхугольная пирамида. Пустой квадрат верхнего основания по линейным размерам в три раза меньше пустого квадрата нижнего основания. Вторая усечённая пирамида приклеивается к первой пирамиде по периметру маленького пустого квадрата верхнего основания. Получается бумажная копия мыльных плёнок, натянутых на кубический каркас. Бумажно-лаковые модели нового композиционного материала на основе мыльных плёнок были испытаны. Они выдерживали нагрузку до 75 кг.

Изготовленные модели ячеек нового композиционного материала позволили найти новое решение обобщённой задачи Штейнера о соединении восьми вершин куба самой короткой линией. Это решение получено на основе анализа формы мыльных плёнок, натянутых на проволочный кубический каркас. Мыльные плёнки могут натягиваться только в виде поверхностей, но не в виде линий, поэтому модель и эксперимент не могут показать математическое решение этой задачи. Но получить вид этого решения можно, если в модели стержневой ячейки, показанной на рис. 1, заменить квадрат в середине куба более короткой ячейкой Штейнера. На рис. 3 показан вид новой стержневой кубической ячейки из тринадцати отрезков.

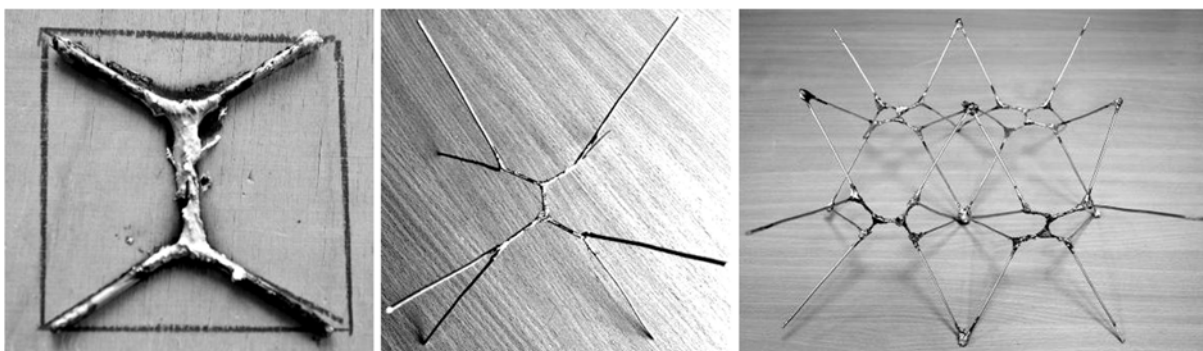


Рис. 3. Кубическая ячейка Штейнера из тринадцати отрезков (в центре)

Сравнение кубической ячейки нового композиционного материала с минимальными поверхностями и мыльными плёнками позволило решить обобщённую пространственную задачу Штейнера о соединении восьми вершин куба самой короткой линией. Эта линия содержит 13 отрезков, а не 12, как считалось до этого. Облегчение арматуры элементарной ячейки позволяет создать более лёгкий композиционный материал.

Новая ячейка Штейнера для куба не полностью симметрична. Значит, материал будет анизотропным по прочности и жёсткости. Две кубические ячейки Штейнера можно соединить тремя различными способами, расположив центральные отрезки параллельно друг другу или поперечно двумя вариантами. Для соединения трёх кубических ячеек Штейнера существует ещё больше способов. Это означает, что соединять ячейки можно по-разному, поэтому можно регулировать свойства нового композиционного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 928 с. – С. 551.
2. Драцкая А.И. Минимальные поверхности. – Электронный ресурс (видеоролик): <https://youtu.be/4i38ltYQ0cw>.

3. Драцкая А.И. Новый композиционный материал из мыльных плёнок. – Октябрь 2017. – Электронный ресурс (видеоролик): <https://youtu.be/vZOu-Ge6hD0>.
4. Драцкая А.И. Математика нового композиционного материала. Декабрь 2017. – Электронный ресурс: <https://youtu.be/hRU8yZ1JeI>.
5. Драцкая А.И., Скворцова А.А. Структуры на основе минимальных поверхностей / II Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Биомедицина, материалы и технологии XXI века». – Казанский (Приволжский) федеральный университет, 20–23 сентября 2016 г. – Электронный ресурс: <http://www.mt21kpfu.com/>.
6. Драцкая А.И., Скворцова А.А. Минимальные кубические структуры из стержней и плёнок / X Всероссийский форум студентов аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах». – Секция «Новые материалы и технологии». – Программа. – СПб., 24–29 октября 2016. – Электронный ресурс: <http://ysc.spbstu.ru/forum2016/Program2016.pdf>.
7. Драцкая А.И., Скворцова А.А. Минимальные кубические ячейки из стержней и плёнок для композиционных материалов / 59-я Всероссийская научная конференция МФТИ с международным участием, 21–26 ноября 2016 г. – Доклад 1505. – Электронный ресурс: <http://conf59.mipt.ru/ru/info/general/>.
8. Драцкая А.И., Скворцова А.А. Лёгкие композиционные структуры / 28-я Инновационно-ориентированная конференция молодых учёных и студентов МИКМУС-2016. Материалы конференции (программа, аннотации докладов). – М.: Институт Машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (ИМаш РАН), 7–9 декабря 2016. – с. 96. – Электронный ресурс: http://www.mikmus.ru/opendocs/MIKMUS-2016/Pr_16_sait.pdf.
9. Драцкая А.И., Скворцова А.А., Якимова Е.И. Оптимизация арматурного перекрытия в строительных конструкциях / Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых». – Нижний Новгород, 12–15 сентября 2017, в двух томах. – Том 1. – 295 с. – Секция 4: «Математика и механика». – С. 187–189. – ISBN 978-5-9907236-7-2; 978-5-9907236-8-9. – Электронный ресурс: <http://sfy-conf.ru/>.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА НА БАЗЕ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР ЛИТИРОВАННЫХ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛИТИЯ

И.В. Митрофанов, М.Ю. Максимов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) благодаря высокой удельной энергии и ресурсу являются наиболее востребованным типом источников питания современных портативных электронных приборов. Развитие индустрии электронной техники ставит задачи по улучшению рабочих характеристик ЛИА, что, в свою очередь, обуславливает необходимость по разработке новых усовершенствованных материалов ЛИА. В частности, катодные материалы составляют более 30 % процентов стоимости ЛИА, при этом их электрохимические характеристики значительно уступают материалам анодов. Таким образом, разработка катодных материалов ЛИА является приоритетной задачей для развития литиевых источников тока.

ЛИА на основе катодных материалов с большим содержанием кобальта и (или) никеля небезопасны вследствие выделения большего количества тепла при их коротком замыкании или механическом повреждении [1, 2]. Кроме того, при длительной работе аккумуляторов с использованием катодов на основе LiCoO_2 происходит деградация, которая приводит к снижению электрохимических характеристик и удельной емкости, что в свою очередь заставляет современных исследователей искать и создавать более совершенные катодные материалы.

Катодные материалы с повышенным содержанием лития представляют собой нанокompозитный материал, состоящий из двух распределенных в объеме материала фаз – твердый раствор Li_2MnO_3 ($\text{Li}[\text{Li}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}]\text{O}_2$) и LiMO_2 , где М – Ni, Co, Mn. Они обладают повышенной удельной емкостью, около 250–270 $\text{mA}\cdot\text{ч}/\text{г}$ и являются работоспособными при повышенных потенциалах 4,4–4,8 В [3, 4]. Низкое содержание кобальта и повышенное содержание более дешевого марганца снижает стоимость катодного материала и, как следствие, ЛИА. Благодаря отмеченным преимуществам материалам данного класса уделяют все больше внимания разработчики катодных материалов и ЛИА.

Порошки обогащенных литием катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов с общей формулой $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c[\text{Ni}_d\text{Co}_m\text{Mn}_n\text{Al}_m]\text{O}_2$, где $a = 1.17\text{--}1.25$; $b, c = 0.00\text{--}0.05$; $d, f = 0.1175\text{--}0.1300$; $n = 0.54\text{--}0.58$; $m = 0.00\text{--}0.05$ были синтезированы из растворов ацетатов и нитратов металлов с последующей многостадийной термообработкой. Целью работы была разработка составов, высокоёмких обогащённых литием катодных материалов на основе литированных оксидов переходных металлов со слоистой структурой. Для этого были поставлены задачи определения оптимального содержания лития в катодном материале и повышения циклической стабильности синтезированных материалов. В рамках проекта были проведены исследования фазового, химического, гранулометрического составов и морфологии частиц порошков. По результатам электрохимических испытаний определена удельная разрядная емкость материала в зависимости от потенциала заряда и проведены циклические испытания. Наибольшая разрядная емкость на первых циклах составила более 240 $\text{mA}\cdot\text{ч}/\text{г}$, после проведения 40

циклов заряд/разряд в интервале напряжений 2.5–4.8 В при плотности тока 0.1 С удельная емкость составляла около 200 мА•ч/г (рис. 1). Было определено оптимальное содержание лития (1,20 мольных долей) и выявлено положительное влияние добавок щелочноземельных металлов на удельные электрохимические характеристики катодов.

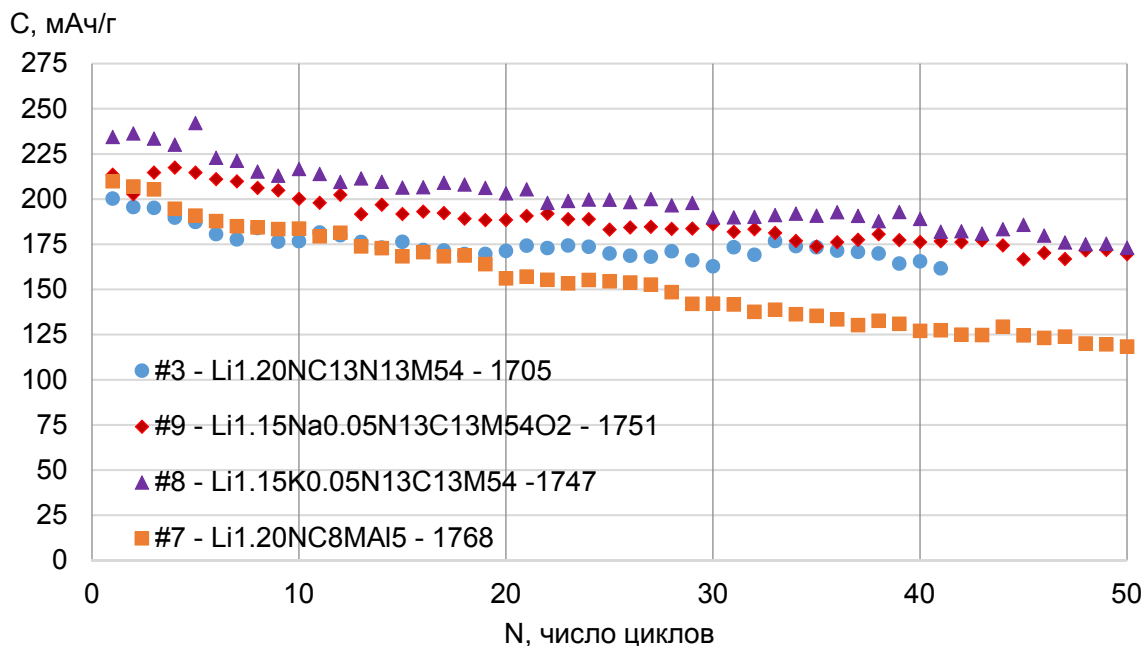


Рис. 1. Зависимость емкости от числа циклов образцов с различным добавками алюминия (4,8 В)

Результаты работы могут быть использованы для создания опытных образцов высокоэнергетических ЛИА, а также твердотельных источников тока и микроаккумуляторов для питания портативных (гибких) устройств сложной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синтез и свойства катодного материала $\text{Li}_{1.17}\text{Ni}_{0.12}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.58}\text{O}_2$ для литийионных аккумуляторов / Попович А.А., Максимов М.Ю., Силин А.О., Новиков П.А., Коштыл Ю.М., Румянцев А.М. // 2016, 89(10), 1285–1289 с.
2. Синтез катодных материалов на базе литированных оксидов переходных металлов для литий-ионных аккумуляторов методом распыления / Wang Qingsheng, А.А. Попович, В.В. Жданов, П.А. Новиков, М.Ю. Максимов, Ю.М. Коштыл, А.М. Румянцев, А.О. Силин // Журнал прикладной химии, 2018, 91(1), 60–64 с.
3. Thackeray, M. M., Li_2MnO_3 -stabilized LiMO_2 (M = Mn, Ni, Co) electrodes for lithium-ion batteries / M.M. Thackeray et al. // Mater. Chem. – 2007. – V. 17. – P. 3112–3125.
4. Tarascon, J.M. Review—Li-Rich Layered Oxide Cathodes for Next-Generation Li-Ion Batteries: Chances and Challenges / J.M. Tarascon, P. Rozier // Journal of The Electrochemical Society. – 2015. –V. 162. – P. 2490–2499.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ МАРКИРОВКИ ДРЕВЕСИНЫ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫМИ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В.А. Соколова, В.Ю. Пегов

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

Использование прогрессивных современных технологий и высокоэффективных материалов для маркировки древесины в процессе лесозаготовок позволяет решить задачу повышения производительности на сплошных и выборочных рубках. Одним из самых важных решений для данного вопроса также выступает применение экологически чистого лакокрасочного материала, обладающего соответствующей стойкостью и пигментоемкостью.

Чтобы достигнуть этих параметров, необходимо модифицировать традиционно используемые лакокрасочные материалы либо разработать новый состав отделочных материалов.

Специальные модифицирующие добавки, вводимые в лаковые составы, позволяют улучшить не только технологические, защитно-декоративные свойства покрытий, но и ускорить процесс пленкообразования,

изменить ее цвет и уменьшить вредные выбросы в окружающую среду. Наибольшее развитие получили исследования, направленные на разработку композиций путем модификации водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ВДЛКМ) пигментирующими присадками. Пигменты – высокодисперсные неорганические или органические нерастворимые в пленкообразующих системах вещества, способные образовывать с пленкообразователями защитные и декоративные покрытия. Взаимодействуя с органическими пленкообразователями, пигменты создают с ними структурные сетки, увеличивая прочность и долговечность лакокрасочных покрытий.

Выявление механизма образования лессирующего защитного покрытия в связи с размерами, формой частиц пигмента, ориентированным расположением их по толщине покрытия. Новизна заключается во внедрении проведенных исследований в лесозаготовительную отрасль, в частности, маркировку сортиментов для их последующей транспортировки.

Исследования были посвящены выявлению требуемых для поставленной задачи параметров. Исследование роста вязкости лакокрасочного материала в процессе введения в последний пигментов является одним из важнейших критериев, позволяющих оценить пигментоемкость того или иного полимерного материала.

Анализ результатов пигментирования водно-дисперсионного лака металлическими порошками показывает, что при введении в пленкообразователь пигментов высокой концентрации (более 20 масс. %) происходит резкое нарастание вязкости, что позволяет сделать вывод о величине критической объемной концентрации (рис. 1).

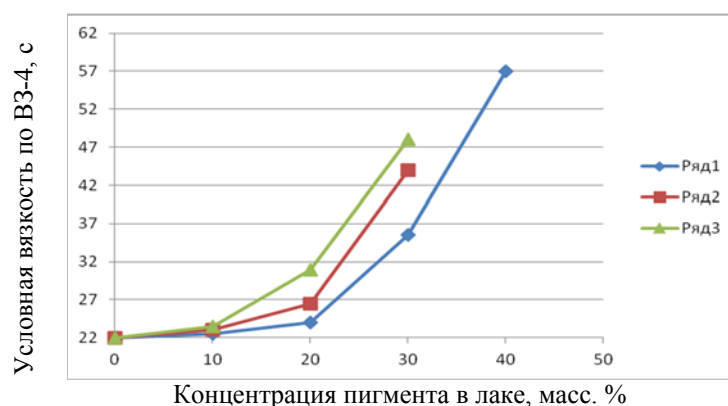


Рис. 1. Влияние концентрации и дисперсности пигмента в лаке на условную вязкость системы

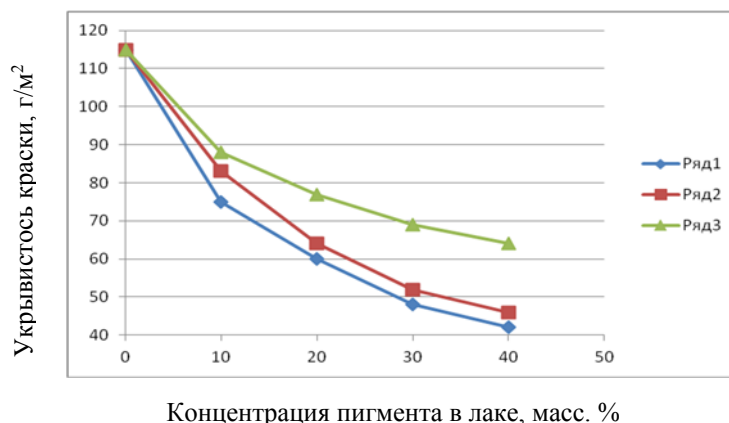


Рис. 2. Влияние концентрации и дисперсности пигмента на укрывистость краски: 2 – 30; 3 – 45 мкм

При наполнении лакокрасочного материала пигментами основным из качественных свойств полученного лакокрасочного материала является укрывистость краски.

Металлические пигменты обладают хорошей кроющей способностью, однако, как и у всех пигментов, эта характеристика зависит от размера частиц и их объемной концентрации в пленкообразователе. Результаты исследований влияния концентрации и дисперсности пигментной пасты, введенной в акриловый водно-дисперсионный лак, представлены на рис. 2.

Анализ результатов этих исследований показывает, что дисперсность частиц пигмента оказывает значительное влияние на укрывающую способность лакокрасочного материала. Укрывистость краски нарастает быстрее с наименьшим размером частиц.

Использование и свойства покрытия.

Экономическое преимущество:

1. Узкий диапазон варьирования концентрации пигмента позволяет наносить такой лак традиционным способом и при помощи специализированных модулей харвестерных головок лесозаготовительных машин.

2. Нет ограничений по применению пигмента той или иной дисперсности.
3. Высокая дальность считывания после нанесения.
4. Материал выдерживает тяжелые рабочие условия: грязь, снег, дождь, вода, механические воздействия, оставаясь нанесенным и читаемым.
5. Предполагаемые метки абсолютно безвредны для последующих возможных операций, в т.ч. для варки целлюлозы.

6. Простота производства.

7. Экологически чистый материал.

Социальная значимость использования:

1. Стимулирование отечественных производителей лакокрасочных материалов.
2. Широкий спектр областей исследования данного ЛКМ, позволяющий выявить новые характеристики.
3. Возможность абсолютной уникальности в области лесозаготовительного сектора и импортозамещение продукта нанесения отметок на торцы древесины.

В перспективе планируется внедрение данного лакокрасочного материала в механизированный процесс лесозаготовительного производства, преимущественно, при сортиментной технологии. Данный материал, используя в качестве метки – уникального идентификационного кода, может быть нанесен при помощи автоматического устройства, смонтированного на харвестерную головку.

Влагостойкость, которая обеспечивается исследуемым лакокрасочным материалом, допускает в течение определенного времени оставаться маркировке на торце срезанного дерева (около 6 часов). В условиях низких температур полностью исключается неравномерное нанесение покрытия, что позволяет использовать ЛКМ в течение всего года. Надежность считывания информации приближается к 100%.

Рассматриваемый лакокрасочный материал послужит товаром на отечественном рынке для импортозамещения и со временем позволит отказаться от зарубежных аналогов.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА $C_{60}(OH)_{24}$: ПЛОТНОСТИ, ВЯЗКОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТЫ АКТИВНОСТИ

Н.Е. Подольский, К.Н. Семенов

Институт Химии, Санкт-Петербургский государственный университет

В данной работе приведены результаты физико-химического изучения водных растворов полигидроксилированного фуллерена $C_{60}(OH)_{24}$, такие как плотности и вязкости.

1. Плотности водных растворов $C_{60}(OH)_{22-24}$.

На основании экспериментальных данных о концентрационных зависимостях плотностей водных растворов $C_{60}(OH)_{24}$ в диапазоне температур 278.15–323.15 К были рассчитаны средние молярные объемы (\bar{V}) по (1):

$$\bar{V} = \frac{V}{n_{H_2O} + n_{C_{60}(OH)_{22-24}}}, \quad (1)$$

где V – объем водного раствора $C_{60}(OH)_{22-24}$; n_{H_2O} и $n_{C_{60}(OH)_{22-24}}$ – количество воды и $C_{60}(OH)_{22-24}$ в молях в 1 л раствора. Используя (2), (3), были вычислены парциальные молярные объемы компонентов раствора (V_{H_2O} и $V_{C_{60}(OH)_{22-24}}$):

$$V_{H_2O} = \left(\frac{\partial V}{\partial n_{H_2O}} \right)_{T,P,n_{C_{60}(OH)_{22-24}}}, \quad V_{C_{60}(OH)_{22-24}} = \left(\frac{\partial V}{\partial n_{C_{60}(OH)_{22-24}}} \right)_{T,P,n_{H_2O}}, \quad (2)$$

$$V_{H_2O} = \bar{V} - x_{C_{60}(OH)_{22-24}} \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial x_{C_{60}(OH)_{22-24}}} \right)_{T,P}, \quad V_{C_{60}(OH)_{22-24}} = \bar{V} - x_{H_2O} \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial x_{H_2O}} \right)_{T,P}, \quad (3)$$

На рис. 1 представлены концентрационные зависимости парциального объема $C_{60}(OH)_{24}$. В области низких концентраций значения парциальных молярных объемов имеют больше отрицательные значения (рис. 1 а). Это означает, что даже добавление небольших количеств фуллеренола значительно структурирует водный раствор. Хорошо известно, что производные энергии Гиббса высоких порядков (в нашем случае второго порядка), соответствующие первым производным среднего объема или энтропии, значительно более чувствительны к структуре раствора по сравнению с производными более низких порядков. Используя экспериментальные данные плотностей водных растворов $C_{60}(OH)_{24}$, были рассчитаны смешанные производные второго порядка энергии Гиббса в соответствии с уравнениями Максвелла:

$$\frac{\partial^2 \bar{G}}{\partial P \partial T} = \frac{\partial^2 \bar{G}}{\partial T \partial P} = \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right)_P, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 \bar{G}}{\partial P \partial x} = \frac{\partial^2 \bar{G}}{\partial x \partial P} = \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial x} \right)_{T,P}. \quad (5)$$

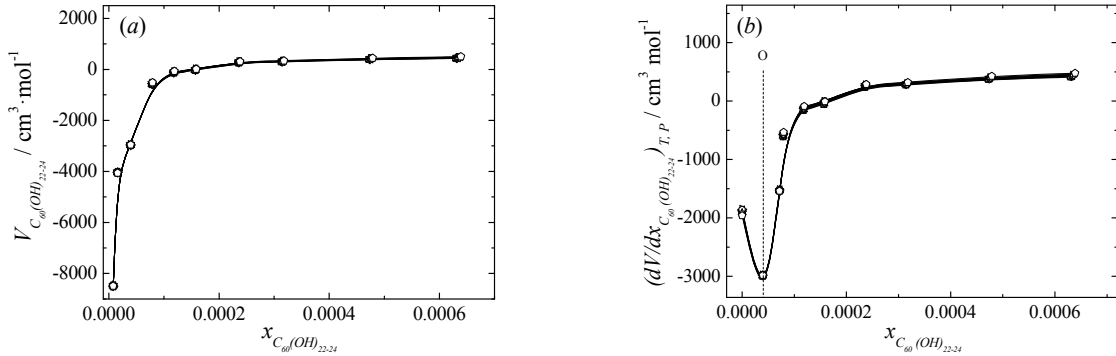


Рис. 1. Концентрационная зависимость парциальных объемов фуллеренола (а) и производных $\left(\frac{\partial V}{\partial x_{C_{60}(OH)_{22-24}}} \right)_{T,P}$ (b) в температурном диапазоне 278.15–323.15 К, x – мольная доля фуллеренола

Видно, что производная $\left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right)_P(x_{C_{60}(OH)_{22-24}})$ проходит через минимум при $x_{C_{60}(OH)_{22-24}} \approx 4 \cdot 10^{-5}$ во всем исследованном диапазоне температур (рис. 1 б). Можно сделать вывод, что эта концентрация соответствует началу фазового разделения водного раствора $C_{60}(OH)_{24}$.

2. Температурные зависимости вязкости водных растворов $C_{60}(OH)_{24}$.

На основании экспериментальных данных о динамических вязкостях ($\eta(C)$) водных растворов $C_{60}(OH)_{24}$ (рис. 2 а) и теории переходного состояния Эйринга были рассчитаны термодинамические функции вязкого течения (табл. 1) в соответствии с (6):

$$\Delta G = RT \ln \frac{\eta V}{h N_A}, \quad \Delta H = -RT^2 \frac{\partial}{\partial T} \left(\ln \frac{\eta V}{h N_A} \right), \quad \Delta S = -\frac{\Delta G^* - \Delta H^*}{T}, \quad (6)$$

где η – динамическая вязкость, V – молярный объем, h – постоянная Планка, N_A – число Авогадро, R – газовая постоянная.

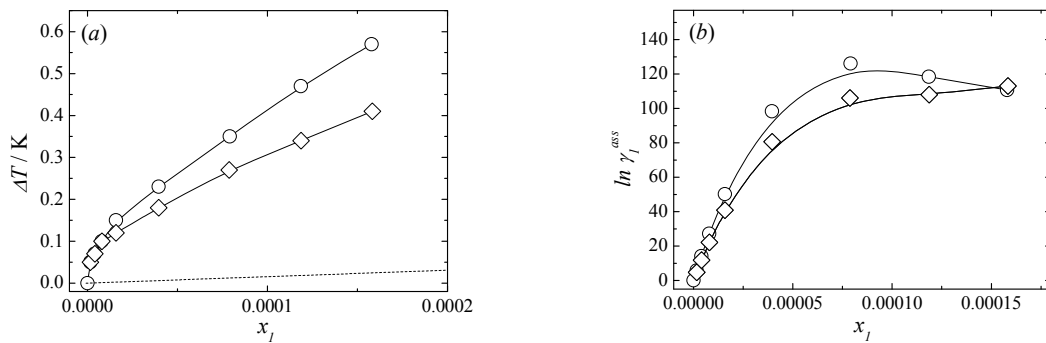


Рис. 2. Концентрационные зависимости понижения температуры кристаллизации (а) и коэффициентов активности (b) для бинарной системы $C_{60}(OH)_{24} - H_2O$

Из табл. 1 видно, что энтальпии и энтропии обладают устойчивыми значениями во всем концентрационном диапазоне (вплоть до 40 г/л) принимая во внимание точность дифференцирования.

Используя логарифмическую форму уравнения Френкеля-Андраде (7) были рассчитаны энергии активации вязкого течения и предэкспоненциальные множители [1, 2]:

$$\ln \eta = \ln A_s + \frac{E_a}{R T}, \quad (7)$$

где A_s – предэкспоненциальный множитель, E_a – энергия активации переходного состояния, R – газовая постоянная, T – абсолютная температура. Температуры Аррениуса были рассчитаны в соответствии с (8):

$$T_A = \frac{-E_a}{R \ln A_s}, \quad (8)$$

3. Криоскопическое исследование водных растворов фуллеренолов.

Полученные экспериментальные данные по понижению температуры кристаллизации воды (рис. 2 а) для водных растворов $C_{60}(OH)_{24}$ в большой степени нелинейны во всем диапазоне исследованных концентраций, даже в случае сильно разбавленных растворов, что означает заметную неидеальность водных растворов

фуллеренолов. В соответствии с (9) были вычислены коэффициенты активности воды в водных растворах фуллеренолов $C_{60}(OH)_{24}$:

$$\ln a_{H_2O} = \frac{-\Delta H_{H_2O}^f \Delta T - \Delta C_p \Delta T^2}{R(T_0^f - \Delta T)T_0^f}, \quad (9)$$

где $\Delta H_{H_2O}^f$ – энтальпия плавления льда (5990 Дж·моль⁻¹), ΔC_p – изменение изобарной теплоемкости для процесса плавления льда (-38.893 Дж·моль⁻¹·К⁻¹), T_0^f – температура плавления чистого льда (273.15 К), $\Delta T = T_0^f - T$, T – температура начала кристаллизационного процесса в растворе и R – универсальная газовая постоянная.

Таблица 1. Концентрационные зависимости энтальпии (ΔH) и энтропии (ΔS) активации вязкого течения, энергии активации вязкого течения (E_a), предэкспоненциального множителя ($\ln(A_s)$), температуры Аррениуса (T_A). C – объемная концентрация $C_{60}(OH)_{22-24}$ в водных растворах

C г·дм ⁻³	E_a Дж·моль ⁻¹	$\ln(A_s)$ мПа·с	T_A К	ΔH кДж·моль ⁻¹	ΔS Дж·моль ⁻¹
0	17453.96	-7.1473	293.72	17.25	-87.81
0.25	17460.30	-7.1496	293.74	17.26	-87.79
0.5	17467.53	-7.1505	293.82	17.27	-87.76
1	17530.93	-7.1747	293.89	17.33	-87.55
2.5	17591.33	-7.1938	294.12	17.39	-87.34
5	17782.88	-7.2575	294.72	17.58	-86.80
7.5	18194.94	-7.4097	295.35	17.99	-85.54
10	18529.58	-7.5271	296.09	18.32	-84.58
15	19155.22	-7.7405	297.65	18.94	-82.84
20	19304.04	-7.7433	299.85	19.08	-82.83
30	19697.79	-7.7899	304.14	19.47	-82.50
40	19803.56	-7.7195	308.56	19.79	-82.41

Для термодинамического описания бинарных систем, содержащих фуллеренол $C_{60}(OH)_{24}$ была применена полуколичественная модель вириального разложения энергии Гиббса по мольным долям компонентов с ассиметричной нормировкой (VD-AS, Virial Decomposition Asymmetric Model) [3]:

$$\frac{G^{ex}}{RT} = (n_1 + n_2) \sum_{i=1} \sum_{j=1} x_i^i x_j^j \cdot \lambda_{ij} = \frac{\sum_{i=1} \sum_{j=1} n_i^i n_j^j \cdot \lambda_{ij}}{(n_1 + n_2)^{i+j-1}}, \quad (10)$$

где G^{ex} – полная избыточная энергия Гиббса раствора, T – температура, n_k и x_k – количество в молях и мольная доля k -того компонента, λ_{ij} – ij -вириальный коэффициент.

ЛИТЕРАТУРА

1. K.N. Semenov [et al.], Physico-chemical properties of the C_{60} -L-threonine water solutions, J. Mol. Liq. 242 (2017) 740–750.
2. K.N. Semenov [et al.], Physicochemical properties of the C_{60} -L-lysine water solutions, J. Mol. Liq. 225 (2017) 767–777.
3. N.A. Charykov [et al.], Excess thermodynamic functions in aqueous systems containing soluble fullerene derivatives // Journal of Molecular Liquids. 256 (2018) 305–311.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНОГО ФУЛЛЕРЕНА C_{60} С L-АРГИНИНОМ

Е.И. Почкаева^{1,2}, К.Н. Семенов¹, В.В. Шаройко¹

¹*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

²*Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия*

Водорастворимые производные фуллеренов с аминокислотами являются биологически активными соединениями, которые выступают в качестве фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии [1], обладают антиапоптотическим действием [2], ингибируют ВИЧ-протеазу [3], проникают через биологические

мембраны и распределяются в различных компартментах клетки [4], вызывают фрагментацию ДНК при облучении видимым светом в присутствии NADH [5], проникают через гематоэнцефалический барьер для адресной доставки лекарственных средств в нервную ткань [6]. В настоящее время активно проводятся исследования физико-химических свойств производных фуллеренов с аминокислотами, а именно: электронных и структурных свойств аддуктов, физико-химических свойств растворов и фазовых равновесий в системах [7–9].

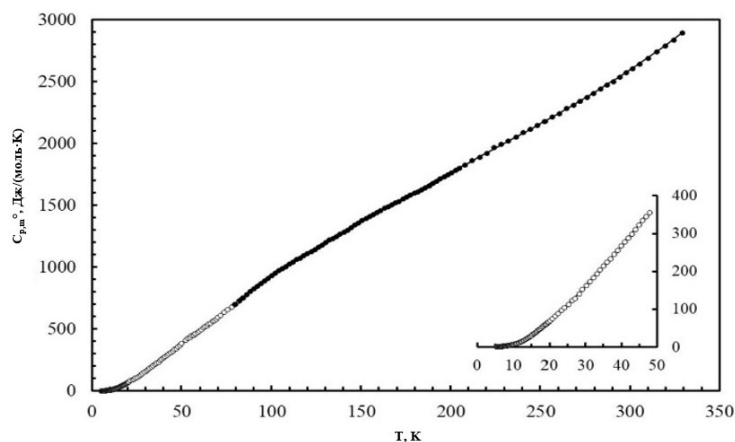


Рис. 1. Температурная зависимость изобарной теплоемкости C_{60} -Arg в интервале температур $T = 5\text{--}328$ К

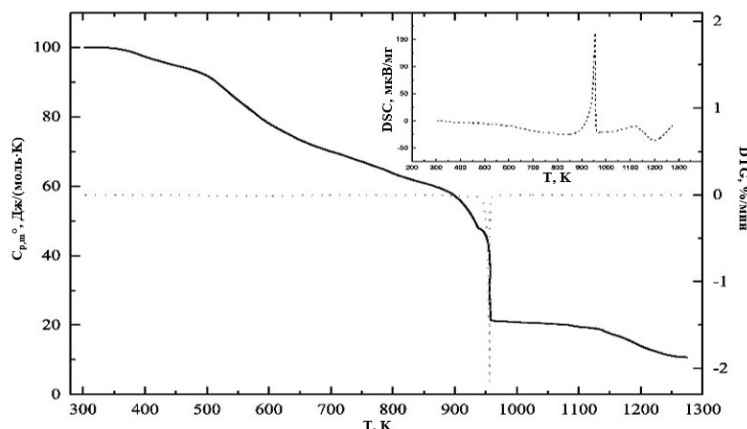


Рис. 2. Результаты комплексного термического анализа производного C_{60} -Arg в интервале температур $T = 303.62\text{--}1274.95$ К. Кривая TG – сплошная линия, кривая DTG – пунктирная линия

В данной работе представлены результаты термодинамического изучения производного C_{60} с L-аргинином – C_{60} -Arg ($C_{60}(C_6H_{13}N_4O_2)_8H_8$) – методом адиабатической вакуумной калориметрии в интервале температур $T = 5\text{--}328$ К (рис. 1). На основе экспериментальных данных по температурной зависимости изобарной теплоемкости были рассчитаны стандартные термодинамические функции C_{60} -Arg (энтропия $S_m^\circ(T)$, энтальпия $[H_m^\circ(T) - H_m^\circ(0)]$ и энергия Гиббса $[G_m^\circ(T) - H_m^\circ(0)]$). Методом комплексного термического анализа была изучена термическая устойчивость производного C_{60} -Arg (рис. 2) [10].

На рис. 1 представлена температурная зависимость изобарной теплоемкости C_{60} -Arg в интервале температур $T = 5\text{--}328$ К. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в изученном интервале температур не наблюдаются фазовые переходы. Экстраполяция теплоемкости в $T = 0$ К проводилась с использованием полиномиального уравнения (1):

$$C_{p,m}^0 = A \cdot T^n, \quad (1)$$

где A и n – эмпирические коэффициенты, вычисленные на основе экспериментальных значений теплоемкости в интервале температур $T = 6\text{--}10$ К.

Температурная зависимость изобарной теплоемкости была описана с помощью полиномиального уравнения (2):

$$C_{p,m}^0 / \text{Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} = k_0 + k_1(T/K)^{-3} + k_2(T/K)^{-2} + k_3(T/K)^{-0.5} + k_4(T/K) + k_5(T/K)^2 + k_6(T/K)^3, \quad (2)$$

где k_i – полиномиальные коэффициенты.

Расчет стандартной молярной энтропии $S_m^\circ(T)$ производного C_{60} -Arg осуществлялся в соответствии с уравнением (3), при условии $S^{T=0K} = 0$:

$$S_0 - S^{T=0K} = \int_0^{298.15} \frac{C_p^0}{T} dT. \quad (3)$$

Таким образом определили, что при $T = 298.15$ К $S_m^\circ(T)$ производного C_{60} -Arg равна 2396 ± 5 Дж·К⁻¹·моль⁻¹.

Абсолютные энтропии производного C₆₀-Arg и соответствующие ему простые вещества (C (гр.), H₂ (г.), O₂ (г.), N₂ (г.)) использовали для расчета стандартной молярной энтропии образования C₆₀(C₆H₁₄N₄O₂)₈ в кристаллическом состоянии при T = 298.15 К согласно уравнению (4):

$$108 \cdot C_{(гр.)} + 56 \cdot H_{2(г.)} + 16 \cdot N_{2(г.)} + 8 \cdot O_{2(г.)} = C_{60}(C_6H_{14}N_4O_2)_8(кр.), \quad (4)$$

где гр. – графит, г. – газ, кр. – кристалл.

В итоге нами было получено следующее значение стандартной молярной энтропии образования производного C₆₀-Arg (5):

$$\Delta_f S_m^0(298.15 \text{ К}, C_{60}\text{-Arg}, \text{кр.}) = -(10234 \pm 7) \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}. \quad (5)$$

Результаты комплексного термического анализа производного C₆₀-Arg (кривые TG, DTG и DTA) представлены на рис. 2. Анализ рис. 2 показывает следующее: (i) в температурном диапазоне до 340 К производное C₆₀-Arg является термически устойчивым; (ii) в интервале температур T = 340–950 К происходят многоступенчатые процессы разложения производного C₆₀-Arg (в присутствии O₂) включающие: дегидратацию (-nH₂O), декарбоксилирование (-nCO₂), диазотирование (-N₂) и дегидрирование (-H₂). Потеря массы, равная 65.9 % (рис. 2), соответствует разложению восьми остатков L-аргинина производного C₆₀-Arg; (iii) в интервале температур T = 950–1270 К происходит окисление фуллеренового кора (C₆₀).

Исследования проведены на базе ресурсных центров Научного парка СПбГУ – "Магнитно-резонансные методы исследования" и "Вычислительный центр" и в Центре коллективного пользования научным оборудованием "Новые материалы и ресурсосберегающие технологии" Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Z. Li, L.-L. Pan, F.-L. Zhang, Z. Wang, Y.-Y. Shen, Z.-Z. Zhang. Preparation and characterization of fullerene (C₆₀) amino acid nanoparticles for liver cancer cell treatment, J. Nanosci. Nanotechnol. 14 (6) (2014) 4513–4518.
2. Z. Hu, W. Guan, W. Wang, L. Huang, X. Tang, H. Xu, Z. Zhu, X. Xie, H. Xing. Synthesis of amphiphilic amino acid C₆₀ derivatives and their protective effect on hydrogen peroxide-induced apoptosis in rat pheochromocytoma cells, Carbon. 46 (1) (2008) 99–109.
3. R.A. Kotelnikova, G.N. Bogdanov, E.C. Frog, A.I. Kotelnikov, V.N. Shtolko, V.S. Romanova, S.M. Andreev, A.A. Kushch, N.E. Fedorova, A.A. Medzhidova, G.G. Miller. Nanobionics of pharmacologically active derivatives of fullerene C₆₀, J. Nanopart. Res. 5 (2003) 561–566.
4. X. Yang, A. Ebrahimi, J. Li, Q. Cui. Fullerene-biomolecule conjugates and their biomedical applications, Int. J. Nanomed. 9 (2014) 77–92.
5. A. Kumar, M.V. Rao, S.K. Menon. Photoinduced DNA cleavage by fullerene– lysine conjugate, Tetrahedron Lett. 50 (47) (2009) 6526–6530.
6. F.-Y. Hsieh, A.V. Zhilenkov, I.I. Voronov, E.A. Khakina, D.V. Mischenko, P.A. Troshin, S.-H. Hsu. Water-soluble fullerene derivatives as brain medicine: surface chemistry determines if they are neuroprotective and antitumor, ACS Appl. Mater. Interfaces. 9 (13) (2017) 11482–21192.
7. N. Ahmadian, M.D. Ganji M.D., G. Valizadeh. Theoretical Investigation of the Interaction Between Al-Decorated C₆₀ Fullerene and Glycine Amino Acid: Density Functional Calculations, J Comput Theor Nanosci. 9 (2012) 884–8.
8. N.A. Andreeva, V.V. Chaban. Electronic and thermodynamic properties of the amino- and carboxamido-functionalized C-60-based fullerenes: Towards non-volatile carbon dioxide scavengers, J Chem Thermodyn. 116 (2018) 1–6.
9. A.N. Danilenko, V.S. Romanova, E.F. Kuleshova, Z.N. Parnes, E.E. Braudo. Heat capacities of aqueous solutions of amino acid and dipeptide derivatives of fullerene, Russ Chem Bull. 47 (1998) 2134–6.
10. G.O. Iurev, M.I. Lelet, E.I. Pochkaeva, A.V. Petrov, K.N. Semenov, N.A. Charykov et al. Thermodynamic and thermal properties of the C 60 - 1 - Arg derivative, J Chem Thermodyn. 127 (2018) 39–44.

СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГАЛЛИЯ НА СЛАБООСНОВНОМ ИОНИТЕ

О.В. Черемисина, М.А. Пономарева, В.Н. Сагдиев
Санкт-Петербургский горный университет

Уникальная ценность редких металлов определяется тем, что они обладают исключительными свойствами, которые позволяют применять их в высокотехнологичных областях промышленности, науки и техники, таких как, оптико-электронные сектора, производство полупроводниковых систем, военный сектор, атомная энергетика.

Главными промышленными источниками галлия являются бокситовые и нефелиновые руды и, в меньшей степени, сульфидные и цинковые. Китай является ведущим производителем первичного галлия, далее следуют Германия, Казахстан. Россия занимает 6 место. За рубежом запасы галлия, которые связаны с бокситами, оцениваются в 424 тыс. т при среднем содержании галлия около 50 г/т [1].

Методики извлечения галлия, который является побочным продуктом, подбираются таким образом, чтобы не нарушать технологических схем получения алюминия. В процессе переработки алюминиевых руд галлий ведет себя подобно алюминию и при выщелачивании переходит в раствор в виде растворимого тетрагидроксокомплекса [2]. Одним из перспективных способов выделения галлия из оборотных промышленных растворов может стать ионный обмен. Сорбция галлия из щелочных оборотных растворов достигается при помощи избирательного поглощения анионообменными смолами, а также проведением селективного элюирования.

Количественная связь анионного состава фазы смолы с анионным составом исследуемого раствора определяется законами ионообменного равновесия. Величина константы ионного обмена является важной характеристикой анионита, определяющей равновесное распределение ионов между твердой и жидкой фазой и селективность сорбции анионов данной ионообменной смолы.

В работе исследованы сорбционные процессы анионных комплексов галлия и алюминия, на слабоосновной макропористой хелатной полистирольной ионообменной смоле D-403 китайского производства, матрица которой представляет собой сополимер стирола и дивинилбензола с активной функциональной группой в виде третичного атома азота [3]. Эксперименты проводились как в совместном присутствии вышеназванных комплексов, так и в индивидуальных растворах. Перед проведением экспериментальной части анионит переводили в ОН-форму согласно методике [4].

Сорбцию галлат-, алюминат- и хромат-ионов изучали из модельных растворов, приготовленных путем растворения оксидов галлия и алюминия в растворе гидроксида натрия концентрацией 1,25 моль/кг. Характеристики сорбции определяли методом переменных концентраций в статических условиях при температуре 298 К, соотношении фаз ж:т=10 и значениях ионной силы 1,26–1,39 моль/кг. Исходные растворы содержали: от 0,001 до 0,157 моль/кг галлия в присутствии 0,12 моль/кг алюминия. Раствор, содержащий тетрагидрогаллат-, тетрагидроалюминат-ионы приводили в равновесие с анионитом и интенсивно перемешивали в течение 5-6 часов.

Содержание галлия, алюминия и хрома в пробах определяли спектрофотометрическим [5] и рентгенофлуоресцентным методом.

На основании экспериментальных данных построена изотерма сорбции гидрогаллат-ионов в присутствии гидроалюминат-ионов, представленная на рис. 1.

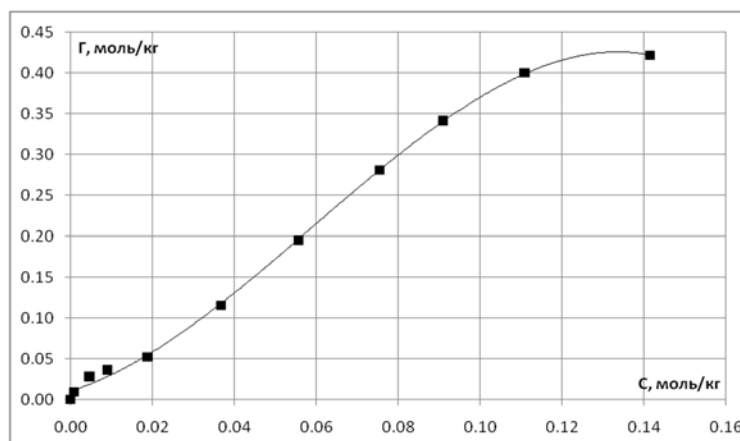


Рис. 1. Изотерма сорбции гидрогаллат-ионов в присутствии гидроалюминат-ионов на ионообменной смоле D-403 при температуре 298 К

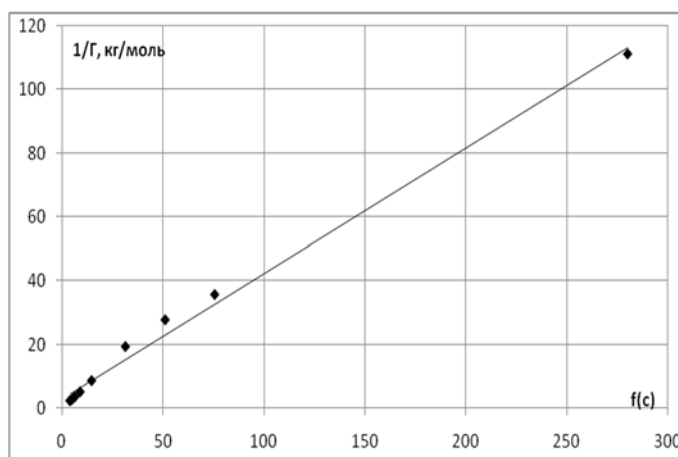


Рис. 2. Линейная форма изотермы сорбции тетрагидрогаллат-ионов в присутствии тетрагидроалюминат-ионов на ионообменной смоле D-403

Термодинамическое описание изотермы сорбции тетрагидроксогаллат-ионов в присутствии тетрагидроксоалюминат-ионов проводили путем линеаризации уравнения закона действующих масс, преобразованного для ионообменной реакции. Преобразуя уравнение закона действующих масс в линейную форму, выразили значения коэффициентов активности через среднеионные коэффициенты активности соответствующих электролитов после, а величину предельной сорбции – через значения полной емкости анионита. Линейная зависимость концентрационного аргумента от величины обратной сорбции представлена на рис. 2.

На основании удовлетворительного согласования значений предельной сорбции соответствующих ионов, рассчитанных экспериментально из линейного уравнения действующих масс (1,02 экв./кг для тетрагидроксогаллат-ионов), со значениями предельной сорбции по сертификату 1,22 экв./кг и полной динамической обменной емкостью 1,09 экв./кг, установлены формы сорбированных галлат-ионов в твердую фазу ионообменной смолы.

На основании термодинамических величин ионного обмена, рассчитанных по экспериментальным данным, определен ряд сорбционной способности анионов металлов из щелочных растворов. Высокая селективность анионита D-403 по отношению гидроксогаллат-ионам объясняется образованием прочных ионных пар редких металлов с фиксированными ионами матрицы ионообменной смолы под влиянием электрического поля матрицы анионита. Это свойство позволяет использовать данную анионообменную смолу для получения галлия с высокой степенью чистоты и отделения гидроксогаллат-ионов не только от примесных анионов, но и от гидроксоалюминат-ионов, содержание которых более чем в 100 раз превышает количество редкого металла в оборотных технологических растворах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Butcher T., Brown T. Gallium // Critical Metals Handbook, First Edition. Edited by Gus Gunn. – 2014. – P. 150–175.
2. Zhao Z., Yang Y., Xiao Y., Fan Y. Recovery of gallium from Bayer liquor: A review // Hydrometallurgy. – 2012. – V. 125–126. – P. 115–124.
3. Chistyakov A.A., Chirkst D.E., Cheremisina O.V. Sorption of Aluminate from Alkaline Solutions on D-403 Anion Exchanger // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2011. – Vol. 85. – No. 11. – P. 1995–1999.
4. ГОСТ 10896-78. Иониты. Подготовка к испытанию.
5. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 711 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

И.Ю. Долгих¹, Л.Б. Корюкин², Е.Н. Туренкова¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

²ООО «ЧПУ Технологии»

В настоящее время сварка является одним из наиболее распространённых технологических процессов, широко используемым для получения неразъёмных соединений отдельных частей различных конструкций из металла посредством установления межатомных связей. Важная особенность сварочного производства заключается в многообразии способов его осуществления [1–4], что обусловлено большим количеством принципов подвода энергии в части изделия и видов изготавливаемых деталей. При выборе способа сварки в каждом конкретном случае необходимо руководствоваться, прежде всего, видом свариваемых частей изделия и соответствующей им технологией сварки, а также критерием надёжности получаемого соединения, который определяет качество выпускаемой продукции. Однако помимо этой общей тенденцией развития современной промышленности является повышение экономичности и производительности, что обуславливает необходимость поиска и внедрения в производство новых технических решений.

Представленная работа посвящена разработке технологических основ индукционной точечной сварки [5], направленной на получение неразъёмных соединений металлических листов и массивных конструкций различной формы и функционального назначения. Предлагаемый метод основывается на бесконтактной передаче греющей мощности в требуемую область изделия посредством индуктора, располагаемого над свариваемыми объектами в точке необходимого соединения. Внутри индуктора располагается шток, создающий усилие сжатия и обеспечивающий надёжное прилегание деталей. При подключении индуктора к высокочастотному источнику питания привариваемый лист и поверхностный слой массивной конструкции нагреваются до требуемой температуры и сдавливаются с необходимым усилием, что обеспечивает получение неразъёмного соединения. При этом точные значения температуры и усилия сжатия определяются предварительно исходя из физических свойств материала изделия и вида сварки – плавлением или давлением.

Важным этапом разработки новой технологической операции является изучение лежащих в её основе физических процессов, цель которого заключается в определении оптимальных параметров, обеспечивающих

наилучшие характеристики с позиции выбранного критерия оценки. Применительно к индукционной точечной сварке наибольший интерес представляет выбор конструкции индуктора, а также частоты и величины тока и времени его протекания, обеспечивающих равномерный нагрев требуемой области частей изделия и высокие энергетические показатели. С этой целью рационально использовать современные методы компьютерного моделирования на основе специализированных программных комплексов, одним из которых является COMSOL Multiphysics, позволяющий осуществлять совместный параллельный расчёт электромагнитных и температурных процессов индукционного нагрева.

Исследования проводились на модели, разработанной в двухмерной осесимметричной постановке, на примере точечной сварки двух стальных пластин в форме диска (рис. 1) толщиной 1 мм и 9 мм и радиусом 50 мм. Нагрев осуществляется индуктором, выполненным из медной трубки с наружным диаметром 6 мм и толщиной стенки 1 мм. Усилие сжатия обеспечивается ферритовым стержнем высотой 30 мм и диаметром 8 мм, играющим одновременно роль магнитопровода, концентрирующего магнитное поле и плотность тока в требуемой области. Величина воздушного зазора между стержнем и изделием принята равной 0,5 мм, между индуктором и изделием 2 мм. Моделирование проводилось с использованием различных вариантов конструкций индуктора с одним, двумя или тремя витками, расположенными вдоль вертикальной оси.

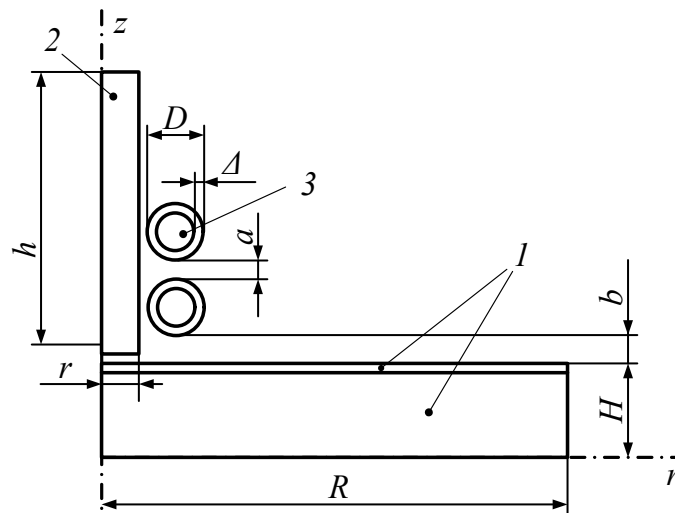


Рис. 1. Геометрия модели индукционной точечной сварки: 1 – свариваемые части изделия; 2 – ферритовый стержень; 3 – индуктор

Настройка модели выполнена в режиме работы источника питания, обеспечивающем стабилизацию тока в индукторе, с возможностью варьирования его частоты и величины. Длительность нагрева ограничивается временем достижения температуры 1500 °С в зоне создания сварного соединения, но не превышает 30 секунд. При этом в основу оптимизации положено исследование картин распределения магнитного поля, объёмной плотности тепловыделения и температуры в расчётной области, а также кривых, характеризующих распределение указанных параметров в различных участках изделия. Кроме того, рассчитывались и анализировались численные значения технологических и энергетических показателей процесса индукционного нагрева в различные моменты времени (напряжение, ток, активное и индуктивное сопротивление индуктора, а также активная мощность в изделии и индукторе, коэффициент мощности индуктора и коэффициент полезного действия процесса нагрева).

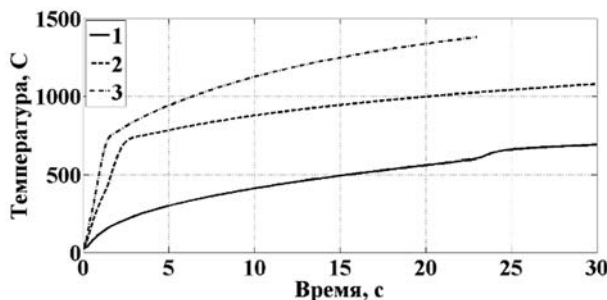


Рис. 2. Динамика изменения температуры в центре свариваемой точки при протекающем в индукторе токе 1000 А: 1 – одновитковый индуктор; 2 – двухвитковый индуктор; 3 – трёхвитковый индуктор



Рис. 3. Распределение температуры на поверхности свариваемой точки при токе в индукторе 1000 А и времени протекания 23 с

Проведённые исследования позволили определить целесообразность увеличения количества витков индуктора, что обеспечивает более высокие значения тепловыделения в объёме частей свариваемого изделия и, как следствие, более интенсивный нагрев (рис. 2). При этом выбранное на основе предварительных расчётов значение частоты тока 50 кГц позволяет получить высокое значение КПД, изменяющееся в процессе нагрева в диапазоне от 80 до 90 %, что обусловлено изменением физических свойств нагреваемого объекта. Кроме того, использование модели позволило подобрать приемлемое соотношение между скоростью нагрева и равномерностью распределения температуры в области сварки. Так в рассматриваемом примере величина тока 1000 А в трёхвитковом индукторе обеспечивает быстрый нагрев зоны сварки до требуемого температурного уровня при достаточной степени равномерности по ширине соединяемых объектов (рис. 3), когда относительная погрешность распределения температуры по радиусу свариваемой точки не превышает 8 %.

В целом проведённые исследования показали перспективность использования предложенного метода индукционной точечной сварки тонких металлических листов и массивных конструкций, обеспечивающим высокую энергетическую эффективность и производительность процесса создания неразъёмного соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов, В.М. Основы сварочного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепашин, Н.Ф. Шпунькин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
2. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением: Учебное пособие / Под ред. Г.Г. Чернышова и Д.М. Шашина. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 464 с.
3. Патент 2558802 Российская Федерация МПК В 23 К 13/01. Способ индукционно-стыковой сварки профилей различной конфигурации / А.Н. Королёв, В.В. Тютиков, И.Ю. Долгих, А.С. Орлов; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22.
4. Долгих И.Ю. Использование плоских индукторов для стыковой сварки изделий больших сечений / И.Ю. Долгих, А.Н. Королёв // Наука и инновации в технических университетах: материалы Девятого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – С. 95–96.
5. Способ односторонней индукционной точечной сварки разнотолщинных деталей и устройство для его осуществления / А.Н. Королёв, И.Ю. Долгих, Л.Б. Корюкин, Е.Н. Туренкова; заявка № 2017136048 с приоритетом от 10.10.2017, решение о выдаче патента от 20.08.2018 г.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВЕРХРЕШЕТОК II-ТИПА InAs/GaSb МЕТОДОМ МОС-ГИДРИДНОЙ ЭПИТАКСИИ

И.В. Федоров¹, Л.А. Сокура², Р.В. Левин², Б.В. Пушный²

¹федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

²федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

В последние десятилетия все больший интерес вызывают системы материалов на основе квантоворазмерных гетероструктур и структур с напряженными сверхрешетками с разьединёнными гетеропереходами II-рода GaSb/InAs. В первую очередь это связано с широкими возможностями применения данных гетероструктур в области инфракрасной оптоэлектроники. Светоизлучающие и фотоприемные устройства на основе соединения GaSb/InAs способны работать в спектральном диапазоне до 15 мкм. Сейчас основным методом изготовления рассматриваемых структур является метод молекулярно-пучковой эпитаксии [1]. В данной работе представлены экспериментальные результаты получения и исследования квантоворазмерных гетероструктур, выращенных методом газофазной эпитаксии из металлорганических соединений (ГФЭМОС), т.к. этот метод значительно более технологичен при массовом производстве. Однако при использовании метода ГФЭМОС для выращивания сверхрешеток InAs/GaSb необходимо проведение комплекса исследований начальных стадий роста, которые влияют на резкость гетерограниц и, следовательно, на величину возникающих напряжений, от которой зависит величина ширины запрещенной зоны напряженных сверхрешеток.

Эпитаксиальный рост осуществлялся на подложках n-GaSb (001) аналогично [2]. Источники элементов для роста: триметилиндия (TMIn), триэтилгаллия (TEGa), триметилсурьма (TMSb) и арсин (AsH₃). Источники легирующих примесей диэтилтеллур (DETe) - донор и силан (SiH₄) - акцептор. Температура роста T=500°C. При росте соотношение элементов составило AsH₃/TMIn – 114 и TMSb/TEGa – 22.5.

Важной задачей является изготовление наногетероструктур со сверхрешетками InAs/GaSb с минимальной толщиной переходных слоев. Было выполнено исследование зависимости наличия и величины переходного слоя на гетерогранице между слоями GaSb и InAs от времени продувки реактора чистым водородом для полной смены газовой среды между ростом разных слоев. Время продувки t реактора водородом связано с геометрией реактора и скоростью прохождения водорода $t=V_p/G$, где V_p – объём реактора, (см³); G – скорость протекания водорода, (см³/с) и изменялось в диапазоне 10–60сек. Также было проведено исследование влияния технологических условий роста (очередности подачи реагентов) на резкость гетерограниц. Было установлено, что все границы InAs/GaSb имели одинаковое качество, вне зависимости от времени выдержки и очередности подачи реагентов. Толщины переходных слоев при скорости роста 1.5нм/мин имели значение менее 0.5нм.

В результате был определен оптимальный технологический режим для опытных гетероструктур: время прерывания для всех слоев, равное 10 сек, выращивание каждого слоя GaSb начиналось с подачи TEGa, а рост каждого слоя InAs – с подачи арсина на 2 сек раньше элементов III группы. Разработанная технология запатентована в РФ [3].

Для апробирования технологии были выращены и исследованы диодные гетероструктуры с одиночной квантовой ямой n-GaSb/InAs/p-GaSb [4] и наряженной сверхрешеткой n-GaSb/(InAs/GaSb)_{x20}/p-GaSb [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Manijeh Razeghi and Binh-Minh Nguyen, Rep. Prog. Phys. 77, 082401 (2014).
2. R.V. Levin et al., Tech. Letters, 42(2), 79 (2016).
3. В.М. Андреев, Р.М. Левин, Б.В. Пушный, Патент RU № 2611692 “Способ изготовления наногетероструктуры со сверхрешеткой”, 28.02.2017.
4. L.V. Danilov et al., “Electroluminescence and photoeffect in GaSb/InAs/GaSb nanostructure grown by MOVPE”, 24thInt. Symp. “Nanostructures: Physics and Technology”, 2016.
5. Левин Р.В., Усикова А.А., Неведомский В.Н., Баженов Н.Л., Мынбаев К.Д., Пушный Б.В., Зегря Г.Г., “МОС-гидридная эпитаксия напряженных сверхрешеток InAs/GaSb для приборов ИК-диапазона”, XXV международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения, Москва, 24–26 Мая 2018 г., с. 247–250.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНЕРЦИОННЫХ И МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО ВИДА ПРОКАТНОГО ПРОФИЛЯ НА ОСНОВЕ ЯЧЕЙКИ ШТЕЙНЕРА

Е.И. Якимова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Мытищинский филиал

В работе [1] было предложено искать новую структуру силовой арматуры лёгкого и прочного композиционного материала на основе аналогии с мыльными плёнками. Такой подход свёл исследование к известной математической задаче Штейнера о поиске кратчайшей линии для соединения четырёх вершин квадрата. В работах [2–3] было продолжено теоретическое исследование ячейки Штейнера как с позиции предложения новой арматурной сетки для строительства и ландшафтного дизайна, так и с позиции оптимизации арматурного перекрытия квадратных и прямоугольных проёмов балками минимальной длины. Такая задача актуальна не только для строительства, но и для авиационной и космической техники, в которой масса конструкции является одним из основных показателей качества.

При армировании конструкции или наполнителя композиционного материала внутренний силовой каркас выполняется в виде периодически повторяющихся элементов. В авиационной технике часто применяются сотовые конструкции, хорошо выдерживающие нагрузку вдоль ячеек. Для рационального армирования необходимо выбрать элементарную силовую ячейку. Работа началась с исследования квадратной силовой ячейки. Наиболее рациональным звеном являются два взаимно перпендикулярных стержня, уложенные по диагоналям квадрата. Оказывается, существуют более рациональные и более лёгкие схемы армирования. На рис. 1 показаны три элементарные ячейки, из которых могут составляться арматурные сетки. Для проведения сравнительного анализа массовых и инерционных характеристик элементарных ячеек арматурных сеток надо все три изучаемые ячейки привести к одной площади. За основу была выбрана традиционная арматурная сетка с элементарной ячейкой в виде крестика, который вписывается в квадрат со стороной a , поэтому у всех трёх изучаемых элементарных ячеек площадь должна быть одинаковой, равной a^2 .

Традиционная арматурная сетка с квадратными ячейками на самом деле имеет элементарную ячейку не в виде квадрата, а в виде крестика. Площадь такой ячейки равна $S_{кр} = a^2$. Общая длина арматурного перекрытия в элементарной крестовой ячейке равна $L_{кр} = 4 \cdot \frac{a}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}a \approx 2,828a$. Отношение площади арматурного

перекрытия к длине арматуры в элементарной крестовой ячейке равно $\delta_{кр} = \frac{S_{кр}}{L_{кр}} = \frac{a\sqrt{2}}{4} \approx 0,354a$. Для квадрата со стороной $a = 1$ получаем относительный показатель $\delta_{1кр} \approx 0,354$.



Рис. 1. Формы трёх изучаемых элементарных ячеек

Сотовая арматурная сетка на самом деле имеет элементарную ячейку не в виде шестиугольника, а в виде звёздочки с тремя лучами. Эта звёздочка вписана в правильный треугольник со стороной b . Сторона b правильного треугольника должна иметь такую длину, чтобы площадь треугольника была равна $S_c = a^2$. Это означает, что сотовая и крестовая элементарные ячейки имеют одинаковую площадь арматурного перекрытия, то есть $S_c = S_{кр} = a^2$. Длину b стороны треугольника находим из уравнения $a^2 = \frac{b^2\sqrt{3}}{4}$. Следовательно, $b = \frac{2a}{\sqrt[4]{3}} \approx 1,520a$. Общая длина перекрытия в сотовой ячейке равна $L_c = 2\sqrt[4]{3}a \approx 2,632a$. Отношение площади арматурного перекрытия к длине арматуры в элементарной треугольной (сотовой, лучевой) ячейке равно $\delta_c = \frac{S_c}{L_c} = \frac{a}{2\sqrt[4]{3}} \approx 0,380a$. Для квадрата со стороной $a = 1$ получаем относительный показатель $\delta_{1c} \approx 0,380$.

Таблица 1. Сравнительный анализ массовых характеристик элементарных ячеек

Вид ячейки	Площадь S_i	Длина L_i	Показатель $\delta_i = \frac{S_i}{L_i}$	Абсолютное сравнение с сотами $\delta_i = \delta_c - \delta_i$	Относительное сравнение с сотами (доли) $\frac{\delta_i}{\delta_c}$	Относительное сравнение с сотами (%) $\frac{\delta_i}{\delta_c} \cdot 100\%$
Соты	a^2	$2,632a$	$0,380a$	0	0	0%
Жучок	a^2	$2,732a$	$0,366a$	0,014	0,037	3,7%
Крестик	a^2	$2,828a$	$0,354a$	0,026	0,068	6,8%
Прим.	Равные площади	Крестик – самый тяжёлый	Соты – самые лёгкие	Сравнение с сотами	Сравнение с сотами	Сравнение с сотами

Таблица 2. Сравнительный анализ инерционных характеристик элементарных ячеек

Вид ячейки	I_{xx}	I_{yy}	Примечания
Соты	$0,338\lambda a^3$	$0,338\lambda a^3$	Круг инерции, изотропия прочности на изгиб
Жучок	$0,314\lambda a^3$	$0,192\lambda a^3$	Эллипс инерции, анизотропия прочности на изгиб
Крестик	$0,236\lambda a^3$	$0,236\lambda a^3$	Круг инерции, изотропия прочности на изгиб

Ячейка Штейнера в виде жучка вписана в квадрат, так как соединяет четыре вершины квадрата самой короткой линией. Сначала надо выяснить, не является ли ячейка Штейнера сотовой ячейкой? Быть может, это две треугольные звёздочки, соединённые двумя лучами в один отрезок. Для ответа на этот вопрос надо вычислить длину лапок жучка и длину перемычки-брюшка жучка. Длина одной лапки жучка равна $L_{1z} = \frac{a}{\sqrt{3}} \approx 0,577a$. Длина перемычки-брюшка жучка равна $L_{2z} = a \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \approx 0,423a$. Длина перемычки-брюшка жучка меньше длины его лапки на $\frac{577-423}{577} \cdot 100\% \approx 26,7\%$. Если бы жучок был состыковкой двух треугольных звёздочек, то длина его перемычки-брюшка была бы равна удвоенной длине лапки, то есть равна $2L_{1z} = \frac{2a}{\sqrt{3}} \approx 1,154a$. Следовательно, ячейка-жучок не повторяет сотовую ячейку. Площадь ячейки-жучка равна площади квадрата $S_z = a^2$, поэтому не требует приведения, как в случае сотовой (лучевой, треугольной) ячейки. Длина арматурного перекрытия в элементарной квадратной ячейке Штейнера (ячейка-жучок) равна $L_z = a(1 + \sqrt{3}) \approx 2,732a$. Отношение

площади арматурного перекрытия к длине арматуры в элементарной ячейке Штейнера равно $\delta_z = \frac{S_z}{L_z} = \frac{a}{1+\sqrt{3}} \approx 0,366a$. Для квадрата со стороной $a = 1$ получаем показатель $\delta_{1z} \approx 0,366$.

Данные сравнительного анализа массовых характеристик рассмотренных элементарных ячеек приведены в табл. 1.

По такой же методике был проведён сравнительный анализ инерционных характеристик трёх видов элементарных ячеек арматурных сеток. Были определены моменты инерции и тензоры инерции арматурных перекрытий для каждой из трёх ячеек в предположении, что однородная арматура имеет линейную (погонную) плотность $\lambda = const$ (кг/м). Тогда элемент массы будет равен $dm = \lambda \cdot dl$. Результаты представлены в табл. 2.

Выводы.

1. Сотовая ячейка является самой лёгкой и определена природой. Пчёлам проще всего построить конструкцию, на которую расходуется минимальное количество воска.

2. Квадратная ячейка-крестик является наиболее тяжёлой в трёх изученных вариантах. Однако простота изготовления и технологичности сделали эту ячейку наиболее распространённой в строительстве.

3. Ячейка Штейнера по массовым характеристикам является промежуточной между традиционной тяжёлой сеткой с квадратными ячейками и сотовой конструкцией.

4. Традиционная квадратная ячейка и сотовая конструкция характеризуются кругом инерции, поэтому изотропны при деформации на изгиб балок с каким сечением.

5. Достоинством ячейки Штейнера является её анизотропия по моментам инерции, а потому возможность заранее регулировать прочностные свойства композиционного материала при работе на изгиб.

6. Доказательство правильности выводов о свойствах ячейки Штейнера можно найти в природе. Кора на дереве, глина на земле во время засухи растрескиваются в виде ячеек Штейнера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимова Е.И., Драцкая А.И. Лёгкая арматурная сетка с квадратными ячейками / 60-я Научная конференция МФТИ. Программа 60-й Всероссийской научной конференции МФТИ. – Москва-Долгопрудный-Жуковский. – М.: МФТИ, 2017. – 116 с. – ISBN 978-5-7417-0651-0. – Секция прочности летательных аппаратов. – С. 60–61. – Электронный ресурс: <https://conf60.mipt.ru/public/admin/mipt-conference/Programma.pdf>.

2. Якимова Е.И., Лебедев В.В. Определение параметров самой лёгкой квадратной и кубической силовой ячейки в композиционном материале / Сборник материалов. Третий междисциплинарный молодёжный научный форум с международным участием "Новые материалы 2017". – Москва, Совет молодых учёных Российской академии наук, Координационный совет по делам молодёжи в научной и образовательной сферах при Совете при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. – М.: ООО "Буки Веди", 2017. – 903 с. – С. 667–670. – ISBN 978-5-4465-1638-4. – Электронный ресурс: <http://n-materials.ru/wp-content/uploads/2017/11/Sbornik.pdf>.

3. Якимова Е.И. Создание экономичной арматурной сетки с квадратными ячейками / Материалы 11-го Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных "Наука и инновации в технических университетах", 25–27 октября 2017 г. – Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2017. – 121 с. – С. 34–36. – Электронный ресурс: <http://ysc.spbstu.ru/forum2017/Forum2017.pdf>.

СЕКЦИЯ

«ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ»

БИОДЕСТРУКЦИЯ ХЛОРОХИНА БАКТЕРИАЛЬНОЙ БИОМАССОЙ

Е.В. Владимирова¹, А.Ю. Максимов²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

²Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН

В мире ежегодно производится более миллиона тонн пестицидов и их производство постоянно растет. Примерно 90% применяемых пестицидов не достигают своих целевых организмов, вместо этого рассеиваются на большие расстояния от мест применения и загрязняют воздух, воду, почву, флору и фауну. В результате, интенсивное применение пестицидов приводит к накоплению их остатков и метаболитов в окружающей среде на неприемлемо высоких уровнях. Еще одна важная экологическая проблема заключается в том, что в результате применения пестицидов ежегодно во всем мире образуются миллионы тонн жидких и твердых отходов, загрязненных этими веществами [1].

Известно большое количество активных пестицидов среди производных хинолина – амино-, алкил-, галогензамещенные хинолины. Многие из них относятся к классу фунгицидов (используются для борьбы с грибковыми болезнями растений), которые являются очень токсичными для человека и животных. Производные хинолина – типичные представители N-гетероциклических соединений, характеризуются хорошей растворимостью и при этом низкой скоростью биodeградации, в связи с чем являются распространенными загрязняющими веществами в окружающей среде [2].

Микробный метаболизм очень универсален и разнообразен, поэтому многие бактерии обладают способностью к деградации ксенобиотиков и используются для биоремедиации. Преимущества микробной деградации по сравнению с использованием физических и химических методов заключаются в том, что большое количество разнообразных соединений может быть деградировано полностью в мягких условиях. Методы биоремедиации (в том числе микробной биodeструкции и биосорбции) всё чаще применяются для очистки сточных вод химических производств и техногенно-загрязненных почв [3].

Хлорохин относится к ряду производных хинолина, поэтому он может использоваться в качестве модельного вещества пестицидов хинолинового ряда. В настоящее время известно лишь небольшое количество исследований, посвященных биodeградации подобных соединений. Поэтому целью данной работы является изучение биodeструкции хлорохина бактериями, выделенными из окружающей среды.

Задача данного исследования – изучить деструкцию хлорохина суспензией отмытых от среды клеток в фосфатном буфере (выращенной культурой). Для работы были отобраны культуры почвенных актинобактерий рода *Rhodococcus erythropolis* (штаммы 17, 7Т, 25 и 15) из коллекции лаборатории молекулярной микробиологии и биотехнологии ИЭГМ УрО РАН, обладающие способностью к трансформации хинолина и N-замещенных хинолинов. Также методом накопительных культур выделен новый штамм *Pseudomonas* sp. из ила производственных стоков химического предприятия (ОАО "Камтэк").

Культуры выращивали на среде LB. Экспоненциально растущие клетки исследуемых культур собирали центрифугированием при 5000 об / мин в течение 20 мин. Осадок промывали фосфатным буфером. Промытые клетки ресуспендировали в фосфатном буфере pH 7,5, содержащем хлорохин в исследуемых концентрациях, до оптической плотности в интервале 3–4 у.е. Затем разливали по 2 мл в пробирки типа эппендорф, и инкубировали на орбитальном шейкере со скоростью вращения 150 об/мин при температуре 30°C. После инкубации образцы центрифугировали, супернатант анализировали на содержание хлорохина.

Концентрацию хлорохина определяли методом ВЭЖХ (Ultimate 3000, Thermo Scientific, США) на колонке Microsorb 100-5C18 (250×4.6 мм). Подвижная фаза: 0,05 М NaH₂PO₄ + 0.5% ТЭА + 15% CH₃CN + 0.3% H₃PO₄. Скорость потока составляла 1 мл/мин при 25°C. Детекцию проводили при 343 нм.

Результаты изучения деструкции хлорохина в концентрации 0,1 г/л и 1 г/л представлены в табл. 1.

Таблица 1. Деструкция хлорохина выращенной биомассой

Культура	Концентрация хлорохина в среде 100 мг/л		Концентрация хлорохина в среде 1000 мг/л	
	Степень биodeградации хлорохина	Удельная активность, мкмоль/(мг*мин)	Степень биodeградации хлорохина	Удельная активность, мкмоль/(мг*мин)
<i>R. erythropolis</i> 17	50,3%	9,94×10 ⁻³	12,3%	5,05×10 ⁻³
<i>R. erythropolis</i> 25	29,4%	6,87×10 ⁻³	12,6%	5,43×10 ⁻³
<i>R. erythropolis</i> 7Т	22,3%	6,18×10 ⁻³	11,7%	5,31×10 ⁻³
<i>R. erythropolis</i> 15	28,5%	5,74×10 ⁻³	11,4%	4,92×10 ⁻³
<i>Pseudomonas</i> sp.	30,9%	3,67×10 ⁻³	7,9%	2,24×10 ⁻³

Установлено, что в условиях данного эксперимента большинство культур активно утилизируют хлорохин в концентрации 100 мг/л (его убыль составляла 22,3–30,9%). Наибольшая степень деструкции субстрата наблюдалась при использовании клеток *R. erythropolis* 17 (50,3 %). В случае внесения в среду хлорохина в концентрации 1000 мг/л наблюдалось небольшое снижение активности биодеструкции. Биодеструкция протекала в течение 5 суток, при этом абиотической деструкции хлорохина не наблюдалось (рис. 1).

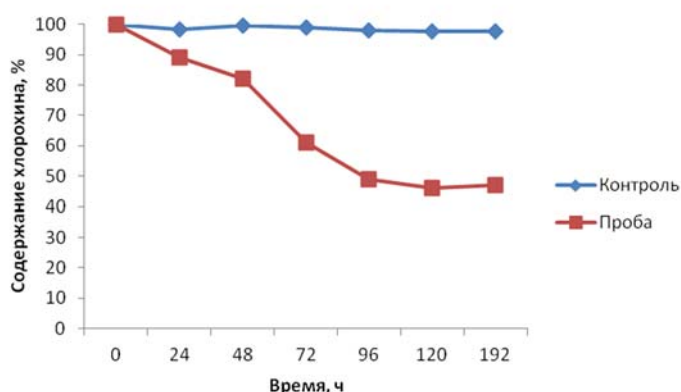


Рис. 1. Изменение концентрации хлорохина (начальная концентрация 0,01%) во времени в присутствии *R. erythropolis* 17

Для того чтобы оценить возможность влияния биосорбции на изменение концентрации хлорохина, после инкубирования выращенной культуры с хлорохином в течение 5 суток провели анализ биомассы. После инкубирования выращенной культуры с хлорохином, растворенном в фосфатном буфере до концентрации 1 г/л, пробы центрифугировали. Осажденную биомассу промывали водой, сушили до постоянного веса в вакуумном центробежном концентраторе CentriVar (Labconco, США) при 35°С в течение двух часов. После сушки микропробирки с биомассой взвешивали и определяли вес сухой биомассы, после чего добавляли по 0,5 мл дистиллированной воды и проводили дезинтеграцию клеток ультразвуком. Затем пробы центрифугировали, отбирали супернатант и промывали биомассу дважды 2-мя мл дистиллированной воды. Промывные воды и супернатант объединяли и анализировали на спектрофотометре. Массу хлорохина определяли как произведение полученной концентрации и объема исследуемого раствора. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Материальный баланс хлорохина

Исходное количество хлорохина в среде, мг	Количество хлорохина в среде после инкубации, мг	Количество хлорохина, сорбируемого биомассой, мг	Количество хлорохина, подвергнутого деструкции, мг
2	1,340±0,105	0,139±0,003	0,521

В целом убыль по хлорохину составила 0,660 мг, из них 0,139 мг на биосорбцию и 0,521 мг на деструкцию.

В результате проведенного исследования подтверждено, что исследуемые культуры способны как к биодеструкции, так и к биосорбции хлорохина, но преимущественно идет процесс деструкции. Установлено, что в условиях деструкции суспензиями отмытых клеток в фосфатном буфере с хлорохином в концентрации 100 мг/л большинство культур активно утилизируют 22,3–30,9 % субстрата. Наибольшую степень деструкции и удельную активность проявлял штамм *R. erythropolis* 17, (50,3% и $9,94 \times 10^{-3}$ мкмоль/мг/мин соответственно). Показано, что повышение концентрации хлорохина до 1000 мг/л не приводит к существенному снижению удельной активности биомассы исследуемых культур.

Таким образом, исследуемые культуры могут быть использованы в процессах биологической очистки для биодеструкции производных хинолина в широком диапазоне концентраций.

Работа выполнена при поддержке государственного задания № 6.2635.2014/к.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aktar W., Sengupta D. & Chowdhury A. Impact of pesticide use in agriculture: their benefits and hazards // *Interdisciplinary Toxicology*. – 2009. – V. 2. – P. 1–12.
2. Козлов Н.Г. Синтез и пестицидная активность азометинов хинолинового ряда / Н. Г. Козлов, К.Н. Гусак, А.Б. Терешко // *Известия национальной академии наук Беларуси*. – 2011. – Т. 85. № 2. – С. 61–66.
3. Lorenz P., Eck J. Metagenomics and industrial applications // *Nat. Rev. Microbiol.*, – 2005. –V. 3. – P. 510–516.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО

М.С. Герасимова, И.А. Искинова, Н.А. Кобелева
Ивановский государственный химико-технологический университет

Загрязнение окружающей среды высокотоксичными загрязняющими веществами носит глобальный характер. Контроль уровня загрязнения различных природных сред, а также разработка мероприятий по снижению негативного воздействия является актуальной задачей. К приоритетным загрязнителям атмосферы, гидросферы и литосферы относят полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Данные загрязняющие вещества обладают высокой токсичностью, присутствуют повсеместно в объектах окружающей среды, зачастую в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы. Бенз(а)пирен (БП) является наиболее выраженным полициклическим ароматическим углеводородом, обладающим канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами и относится к веществам I класса опасности [1]. Приоритетность БП обусловлена не только высокой токсичностью, но и масштабностью загрязнения окружающей среды. Результаты контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха БП на территории РФ показывают, что его средняя концентрация в целом по городам России в 1,4 раза превышает ПДК, а максимальные – в 5,6 раз [2].

В качестве объекта исследования был выбран снежный покров на территории г. Иваново. Целью работы являлось определение содержания бенз(а)пирена в снежном покрове, а также оценка уровня его поступления из атмосферы.

Выбор обусловлен тем, что оценка химического загрязнения снежного покрова, даёт возможность установить уровень техногенной нагрузки на окружающую среду городов и здоровье проживающего в них населения. Исследования показывают, что из снежного покрова загрязняющие вещества (ЗВ), аккумулирующиеся за зимний период, поступают в почвенный покров, который является депонирующей средой. Концентрирование ЗВ в снеге происходит благодаря двум процессам: влажной седиментации элементов при появлении снежинок в облаках и последующему выпадению их в качестве осадков и сухому осаждению из атмосферы [3]. Таким образом, снег является естественным резервуаром ЗВ, мигрирующих из атмосферы [4]. Естественный процесс аккумуляции поллютантов в снежном покрове определяет возможности его использования для геохимической оценки загрязнения, выявления зон с различной степенью загрязнений в городах и промышленных районах, а также проведения интегральной оценки уровня загрязнения окружающей среды за длительные временные периоды [3].

Образцы снежного покрова были отобраны с территории города, для чего его площадь была разбита на 12 квадратов, в каждом из которых отбиралось не менее чем по 5 точек. Отбор и анализ проб проводился в соответствии со стандартными методиками [5, 6]. Пробы отбирали в марте (т.е. во время установления устойчивого снежного покрова). За весь период наблюдения был проведен анализ более 50 образцов снега. Уровень фонового загрязнения оценивался путем отбора проб снега вне сферы антропогенного воздействия. Содержание БП в снежном покрове осуществлялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (жидкостной хроматограф «Люмахром» с флуориметрическим детектором).

По результатам исследований выявлено, что концентрация БП превышает фоновый уровень практически во всех точках пробоотбора. Оценка скорости накопления БП в снеге показала, что она согласуется с исследованиями других авторов [7, 8] и в максимуме составляет 3,758 мкг/м² за 5 месяцев холодного периода времени года. Установленные в работе [9] корреляционные зависимости позволили с использованием полученных экспериментальных данных оценить концентрацию БП в атмосферном воздухе, которая в среднем по городу составила $0,7 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ (что соответствует 0,7ПДК_{сс}).

Для оценки уровня загрязнения снежного покрова используется такой показатель, как плотность выпадения, т.е. количество загрязнителя, поступающего на единицу площади исследуемой территории. Среднее значение плотности выпадения для г. Иваново составила 1,034 мкг/м², что в 2 раза выше, чем среднее значение для европейской территории России (0,52 мкг/м²) [2].

Т.к. агрегатное состояние бенз(а)пирена – твердое вещество, то одним из основных каналов выведения из атмосферы является осаждение на поверхности взвешенных частиц. Поэтому был оценен уровень содержания БП в пылевой фракции снега, выпавшего за холодный период времени года. Результаты оценок показывают, что уровень загрязнения БП снежного покрова на территории г. Иваново значительно ниже (от 2 до 69 нг/г), чем в г. Москве, где уровень загрязнения колеблется в диапазоне от 154 до 5732 нг/г.

Для выявления наиболее загрязненных районов г. Иваново был использован метод картирования с использованием ГИС-систем. Пространственное распределение БП на территории города позволила установить, что максимальные уровни загрязнения БП наблюдаются в центре города, также незначительные аномалии по сравнению со средним уровнем БП в снежном покрове наблюдается на юго-западе города. Следует отметить, что именно в данных районах располагаются основные объекты ТЭК города (ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3), а также осуществляется интенсивное движение автотранспорта, которые, вероятно, являются основными источниками загрязнения БП снежного покрова.

Так как снежный покров является индикатором загрязненности атмосферного воздуха, то полученные результаты позволяют оценить величину риска канцерогенных эффектов для населения от ингаляционного

воздействия БП. Результаты расчета показали, что значения величин индивидуальных рисков либо пренебрежимо малые (для взрослого населения), либо соответствуют предельно допустимому уровню (для детей).

Таким образом, по результатам исследований с использованием различных экологических критериев был оценен уровень загрязнения снежного покрова бенз(а)пиреном на территории г. Иваново.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ровинский, Ф.Я., Теплицкая, Т.А., Алексеева, Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году», 2017 г.
3. Систер В.Г. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период / В.Г. Систер, В.Е. Корецкий. – М.: Изд-во МГУЭИ, 2004. – 159 с.
4. Sakai H. The presence of heavy metals in urban snow / H. Sakai, T. Sasaki, K. Saito // Environmental science, Hokkaido, Journal of the Graduate School of Environmental Science – 1985. – Vol. 9. – P. 141–149.
5. РД. 52.04.186 – 89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.
6. ФР.1.31.2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Качество снежного покрова. Поверхностная плотность бенз(а)пирена. Методика выполнения измерений методом ВЭЖХ / Восточно-сибирский НИИ физико-технических и радиотехнических измерений. – Иркутск, 2001.
7. Birks, S.J., Cho, S., Taylor, E., Yi, Y., & Gibson, J.J. (2017). Characterizing the PAHs in surface waters and snow in the Athabasca region: Implications for identifying hydrological pathways of atmospheric deposition. Science of the Total Environment, 603–604, 570–583. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.06.051.
8. Sharma, M., McBean, E.A. PAH Deposition to Snow Surface. Environmental Science and Pollution Research. 2001. V. 8(1). С. 11–18. doi:10.1007/BF02987290.
9. Лебедева Н.А., Никифоров А.Ю., Чумадова Е.С., Костров В.В. Корреляции между содержанием бенз(а)пирена в городском атмосферном воздухе и различных природных индикаторах. Изв. высш. учебн. завед. Химия и химическая технология. 2002. Т. 45. Вып. 6. С. 143–145.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ 2,4-ДИХЛОРФЕНОЛ, ПЛАЗМЕННО-АДСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Г.И. Гусев, А.А. Гуцин, Т.В. Извекова, А.В. Шаронов
Ивановский государственный химико-технологический университет

Одна из глобальных экологических проблем современности – загрязнение поверхностных и подземных вод, обусловленное сбросом в природные водоемы неочищенных или недостаточно очищенных бытовых, промышленных и ливневых сточных вод. Неудовлетворительное состояние гидросферы приводит к низкому качеству питьевой воды, что сказывается на здоровье населения [1].

Хлорированные углеводороды относятся к одним из наиболее опасных загрязнителей природных и питьевых вод. Хлорорганические соединения оказывают прямое токсичное действие на организм живых организмов, они обладают канцерогенной активностью и способны накапливаться в организме [2].

Одним из представителей класса хлорированных ароматических углеводородов является 2,4-дихлорфенол (2,4-ДХФ), являясь при этом одним из наиболее токсичных соединений данного класса. Помимо токсикологических эффектов, присутствие 5–10 мкг/л 2,4-ДХФ придает воде специфический запах и делает ее непригодной для питья. В окружающую среду 2,4-ДХФ поступает в результате производства гербицидов на основе 2,4-дихлорфеноксикарбоновых кислот и их производных. Поэтому очистка воды от присутствующих в ней хлорированных ароматических углеводородов является актуальной задачей.

Следует отметить, что для повышения эффективности очистки воды от загрязнителей в последнее время используется комбинированные методы водоподготовки. Совмещение различных методов позволяет достигать синергетического эффекта, что влечет за собой не только более полную очистку от исходных загрязнителей, но и приводит к снижению экономических затрат.

В данной работе приведены результаты экспериментов по деструкции 2,4-ДХФ, растворенного в воде, при обработке в совмещенных плазменно-сорбционных процессах. Выбор для исследования данных методов обусловлен тем, что имеется большое количество исследований [3], подтверждающих высокую эффективность очистки воды от высокотоксичных соединений как при использовании адсорбентов [4–6], так и диэлектрического барьерного разряда (ДБР) [7].

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки, основным элементом которой являлся реактор ДБР (рис. 2), в разрядную зону которого помещался адсорбент марки СМД-Сорб.

Начальная концентрация 2,4-ДХФ в воде во всех опытах составляла 100 мг/л. Объемная мощность,

вкладываемая в разряд, изменялась в пределах 1–4 Вт/см³ (частота прикладываемого к электродам напряжения составляла 800 Гц). Расход модельного водного раствора 2,4-ДХФ варьировался в диапазоне 0,1–0,4 мл/с. В качестве плазмообразующего газа использовался кислород, расход которого во всех опытах составлял 8 мл/с.

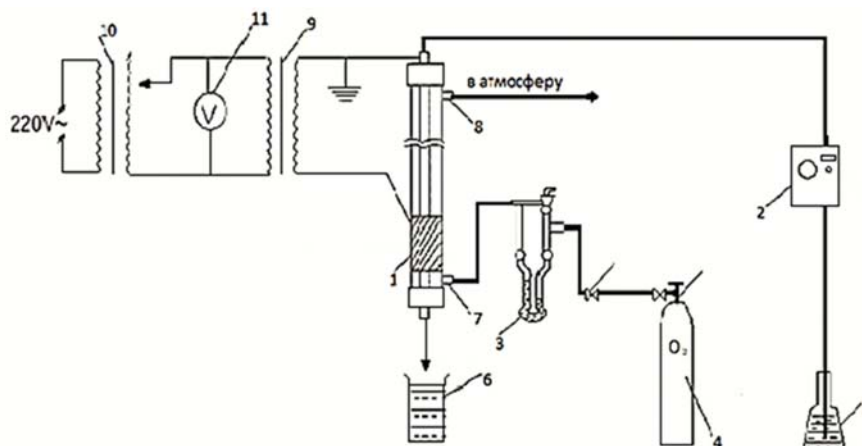


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – реактор ДБР; 2 – насос; 3 – расходомер; 4 – баллон с кислородом; 5 – модельный раствор;
6 – обработанный раствор; 7 – ввод кислорода; 8 – вывод газо-воздушной смеси;
9 – высоковольтный трансформатор; 10 – ЛАТР; 11 – вольтметр

Как видно из данных, представленных на рис. 3, при увеличении времени контакта происходит увеличение эффективности разложения 2,4-ДХФ. Так рост времени контакта с 1,5 до 2,5 секунд приводит к снижению концентрации загрязнителя в 1,3 раза. Использование насыпного слоя сорбента увеличивает степень очистки воды от 2,4-ДХФ на 7–10 % [8], а также увеличивает время контакта раствора с зоной горения разряда. Максимальная эффективность деструкции достигала 99,9 %. Экспериментально было установлено, что одним из основных продуктов деструкции 2,4-ДХФ являются соединения хлора (ClO_4^- , ClO_2 , ClO_3^- и т.д.) в жидкой фазе. В ходе экспериментов был определен баланс по соединениям хлора, сходимость которого составила не менее 90 %.

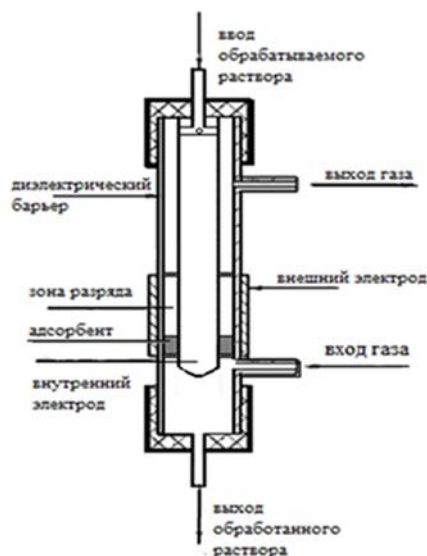


Рис. 2. Схема реактора ДБР

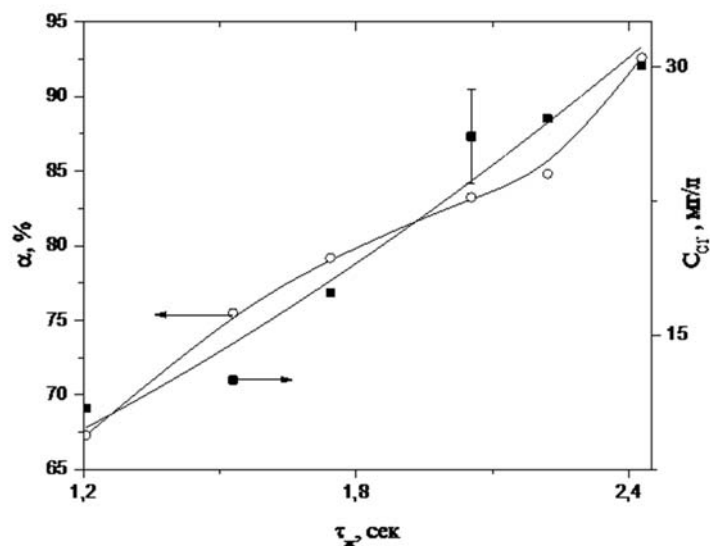


Рис. 3. Эффективность деструкции 2,4-ДХФ и концентрация соединений хлора в воде от времени контакта

Также, в качестве продуктов деструкции исходного загрязнителя в плазменно-сорбционном процессе в водном растворе были обнаружены карбоновые кислоты, альдегиды и диоксид углерода. При увеличении времени контакта 2,4-ДХФ с разрядной зоной было установлено, что концентрации карбоновых кислот и альдегидов снижается, а концентрация CO_2 на выходе из реактора увеличивалась. Максимальный выход CO_2 в пересчете на углерод составил 85 % а суммарный баланс по углероду – 87 %, что подтверждает высокую эффективность и полноту процесса деструкции загрязняющего вещества. Оценка токсичности раствора 2,4-ДХФ показала, что после обработки в ДБР она снижается в 20 раз.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование коаксиального реактора ДБР с природными сорбентами для очистки сточных вод от 2,4-ДХФ в присутствии диатомита является

целесообразным с экологической точки зрения, т.к. концентрация образующихся промежуточных продуктов деструкции достаточно мала.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. – 760 с.
2. Салех М.М. Электрокаталитическое окисление 4-хлорфенола на титане, модифицированном оксидом иридия / М.М. Салех, Е.Н. Колосов, И.И. Михаленко // Актуальные проблемы химии и биотехнологии: мат-лы I Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ИРНТУ (28–29 апреля 2015 г.). – Иркутск: Изд. ИРНТУ, 2015. – С. 3–5.
3. Aziz K.H.H. et al. Comparative study on 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 2, 4-dichlorophenol removal from aqueous solutions via ozonation, photocatalysis and non-thermal plasma using a planar falling film reactor // Journal of hazardous materials. – 2018. – N. 343. – P. 107–115.
4. Gusev G.I., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Osti A.A., Izvekova T.V., Kvitkova E.Yu. Regeneration of natural sorbents contaminated with oil products in dielectric barrier discharge plasma. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. KhimKhim. Tekhnol.* 2017. Т. 60. № 6. С. 72–76.
5. Гушин А.А., Любимов В.А., Гусев Г.И. Оценка возможности использования диэлектрического барьерного разряда для восстановления сорбентов. Наука и инновации в технических университетах. Материалы Восьмого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. 2014. С. 98–99.
6. Гушин А.А., Любимов В.А., Гусев Г.И. Восстановление активности сорбентов, содержащих нефтепродукты с использованием диэлектрического барьерного разряда. Пожарная и аварийная безопасность материалы IX Международной научно-практической конференции. 2014. С. 213–216.
7. Гушин А.А., Шулык В.Я., Гусев Г.И., Извекова Т.В. Деструкция 2,4-дихлорфенола, растворенного в воде, в плазме диэлектрического барьерного разряда // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. № 4 (153). – С. 23–26.
8. Gushchin A.A. et al. Destruction Kinetics of 2, 4 Dichlorophenol Aqueous Solutions in an Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge in Oxygen // *Plasma Chemistry and Plasma Processing.* – 2018. – Т. 38. – № 1. – С. 123–134.

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК ПРИ ПОМОЩИ ПОРТАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ, РАЗМЕЩАЕМОЙ НА МАЛЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ТИПА КВАДРОКОПТЕР

Е.К. Егорова, Л.С. Елкина, А.С. Пастухов, Ю.Ю. Смирнов
Университет ИТМО

Сейчас рост числа и объема несанкционированных свалок является серьезной экологической проблемой, представляющей угрозы для здоровья людей. Только в Санкт-Петербурге по данным за 2017 год было обнаружено 764 несанкционированные свалки [1]. Контроль мусорных масс при несанкционированном способе организации свалки не производится, таким образом опасные вещества, потенциально содержащиеся в мусоре, остаются в общей мусорной массе. Большое значение играет не только обнаружение всех несанкционированных свалок, а также скорость обнаружения данной свалки после начала действия, также скорость ликвидации опасного объекта. В этой связи, помимо применяемых административных мер для участников данной хозяйственной деятельности, большую роль играет внедрение новых технических методов контроля и обнаружения несанкционированных свалок с целью роста эффективности и скорости деятельности по выявлению и нейтрализации свалок.

В настоящее время для контроля местности и обнаружения свалок применяется несколько подходов: ручной осмотр местности, осмотр с применением воздушной техники, анализ спутниковых снимков местности на предмет обнаружения мест незаконного складирования мусора [2], анализ с применением беспилотных летальных аппаратов, а также расположение систем видеонаблюдения-ловушек в местах потенциального проезда транспорта с отходами.

Оптимальным с точки зрения скорости обнаружения, стоимости и точности обнаружения свалок представляются методы анализа спутниковых снимков, а также метод с применением беспилотных летальных аппаратов. Алгоритм метода анализа спутниковых снимков является высокоэффективным методом, однако, допускает неточности при небольшом масштабе свалки, а также наличие густой растительности. В системах мониторинга местности беспилотными летальными аппаратами с точки зрения стоимости видится эффективным применение аппаратов типа квадрокоптер, также использование данных аппаратов является экологичным типом

мониторинга местности, поскольку квадрокоптеры используют электродвигатели для управления полетом. К недостатку относится необходимость нахождения оператора летального аппарата в пределах расстояния порядка максимум до 10 км вследствие конструктивных особенностей квадрокоптеров, таких как ограниченный заряд электробатарей, а также ограниченный радиус действия системы радиоуправления, не дающих использовать их на больших расстояниях [3].

Суть метода автоматизированного мониторинга местности состоит в том, что группа работников Лесного хозяйства, обычно патрулирующая местность в поисках обнаружения несанкционированных свалок, оснащается системой в составе: в базовой комплектации четырех квадрокоптеров с аккумуляторами повышенной емкости и имеющих конструктивную возможность смены батарей, квадрокоптеры оснащены камерами высокого разрешения, операторы размещаются в автомобиле, который движется с небольшой скоростью. Картинка с камер на квадрокоптерах передается по радиоканалу на видеооборудование в автомобиле, таким образом, работники Лесного хозяйства могут, двигаясь в автомобиле, производить осмотр территории большой площади, не выходя наружу из автомобиля, соответственно, делать это с высокой скоростью. При этом допускается как ручное управление квадрокоптерами, так и управление автоматическое, квадрокоптеры могут быть запрограммированы следовать за автомобилем на некотором расстоянии или на некотором расстоянии по простой траектории, то есть постоянно перемещаться вдоль одной оси туда обратно на заданное расстояние, такой автопилот может быть запрограммирован, например, такой программой как Parrot, или по сложной траектории, используя массогабаритные модели оборудования, модели могут быть получены как в [4]. Концепт системы приведен на рис. 1.

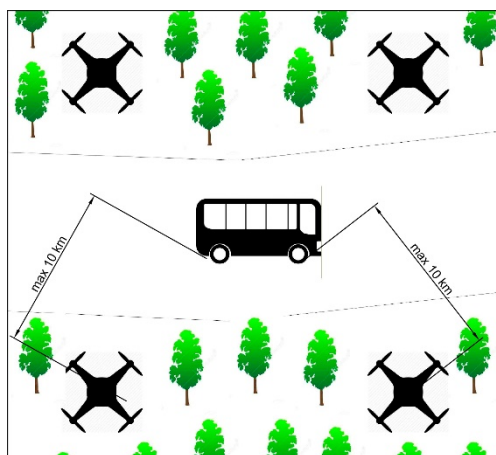


Рис. 1. Концепт системы автоматизированного мониторинга

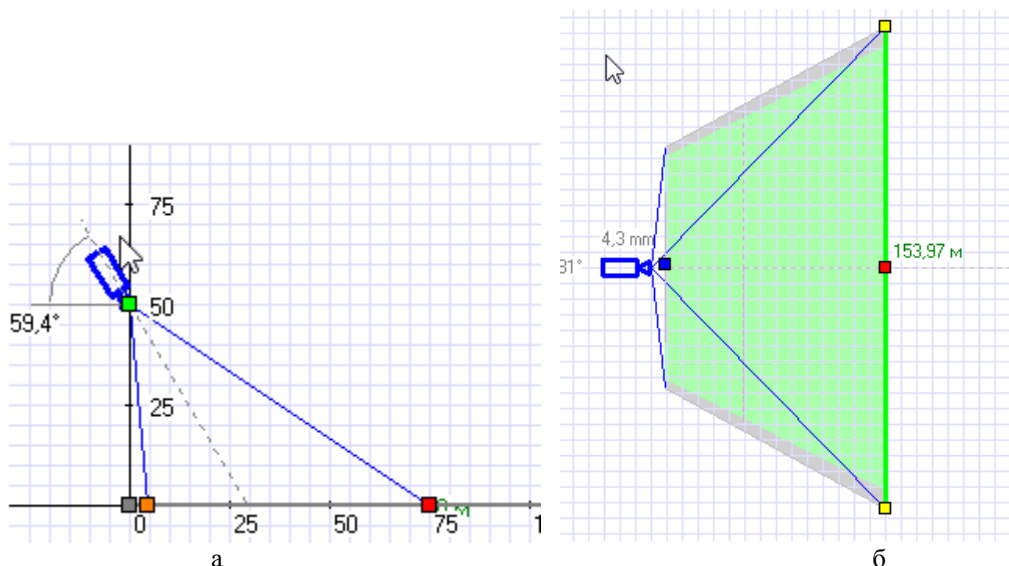


Рис. 2. Зоны наблюдения камеры с квадрокоптера, а – вертикальная зона наблюдения, б – горизонтальная зона наблюдения

Произведем оценочный расчёт зоны видеонаблюдения камер одного из квадрокоптеров.

Зная фокусное расстояние камеры, можем найти угол обзора объектива по следующей формуле: $\alpha = 2 \arctg(d/2F)$, где α – угол обзора объектива, (градусы), d – размер матрицы, (мм), F – фокусное расстояние, (мм) [5]. Примем, что квадрокоптер будет перемещаться на высоте 50 м, таким образом, используя в системе

видеонаблюдения камеру, допустим, с разрешением 3840x2160 и фокусным расстоянием 4,3 мм, мы получаем зону обнаружения размером 75 на 153,97 м. Результаты моделирования в программе IP Video System Design Tool приведены на рис. 2.

По результатам моделирования мы можем сказать, что вследствие небольшого расстояния до объекта обнаружения условия обнаружения должны сохраниться даже при различных погодных условиях, типичных, в частности, для нашего региона, а при необходимости может быть обеспечено обнаружение в условиях сумерек в случае установки на камеры ИК-прожекторов.

На этапе полевых испытаний планируется разработка автоматизированной системы управления квадрокоптерами на основе контроллера типа Arduino, также анализ получаемых изображений может быть проведен в автоматическом режиме, для этого необходимо либо применение имеющегося, либо разработка алгоритма анализа изображений на основе нейронной сети.

Результаты работы могут быть полезны специалистам в области экологического приборостроения, а также студентам технических специальностей ВУЗОВ, как концепт системы экологического приборостроения для разработки и создания систем под свои задачи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Свалка денег: "ДП" изучил, кто, как и сколько зарабатывает на мусорном бизнесе: [Электронный ресурс]. URL: https://www.dp.ru/a/2017/10/17/Svalka_deneg.
2. Акинина Н.В. Нейросетевой метод дешифрации спутниковых снимков в задачах обнаружения несанкционированных свалок // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 2. С. 25–31.
3. ТОП 10 квадрокоптеров с большим радиусом действия и камерой: [Электронный ресурс]. URL: <https://dronomania.ru/top/big-radius.html>.
4. Пастухов А.С. Разработка компьютерной модели автомобильного рефрижератора ЛУМЗ-946 для визуализации маршрутов движения холодильного автотранспорта // В сборнике: Пищевые системы: теория, методология, практика сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2017. С. 232.
5. И.А. Вимба, С.А. Полищук, Ю.Ю. Смирнов. Системы безопасности для апарт-центров. Часть 1. Основные угрозы и риски // "Алгоритм Безопасности". № 4, 2018 год.

ШАГАЮЩЕЕ КОЛЕСО С ВЁСЛАМИ – НОВЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ ДЛЯ ЛОДКИ-АМФИБИИ

В.С. Жукова

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 5» городского округа Королёв (мкр. Юбилейный) Московской области

Цель работы заключается в создании эффективного движителя для лодки-амфибии или автомобиля-амфибии, способных передвигаться по суше, воде, отмелям, заболоченным местностям и шуге. Работа связана с решением актуальной научно-технической проблемы создания транспортного средства для северных областей, промышленное освоение которых постоянно возрастает в последнее время. Новизна предлагаемого технического решения заключается в совмещении преимуществ колеса, шагающей опоры и весла в едином механизме, режим работы которого переключается в зависимости от окружающих условий.

Первым аналогом служит известный лямбдаобразный механизм русского инженера и учёного Пафнутия Львовича Чебышева, применённый им на шагающей машине [1, 2]. Описание второго аналога содержится в книге И.И. Артоболевского и Н.И. Левитского и тоже принадлежит П.Л. Чебышеву. Это гребной механизм для лодки, содержащий два лямбдаобразных механизма на одном общем кривошипе [2, 3]. Комбинация лямбдаобразных механизмов была применена А.А. Скворцовой и Э.Д. Папиашвили для разработки макета шагающей платформы для освоения тундры, Арктики и северных областей [4, 5].

Собственной авторской разработкой служит новое применение известной пары лямбдаобразных механизмов в перевёрнутом виде в качестве единого движителя для лодки-амфибии [6–11]. Это устройство было выбрано в качестве ближайшего аналога, то есть прототипа, для дальнейшего совершенствования. Суть технического решения заключается в перевороте пары лямбдаобразных механизмов с единым кривошипом и в установке на рабочую точку шагающей опоры шатуна весла. Если глубина водоёма большая, то лодка-амфибия движется за счёт работы весла. На отмели опора весла-шатуна упирается в грунт, лодка-амфибия начинает шагать, преодолевая мелководье. Переключать режим работы движителя при переходе с суши в воду и обратно не требуется. Основным недостатком прототипа является неравномерное движение лодки-амфибии по отмели. Этот недостаток определил основное назначение транспортного средства – лодка. Вспомогательное назначение – амфибия, потому что возможен только кратковременный неравномерный режим шагающего движения по отмели или по суше с большими инерционными нагрузками. Целью доработки движителя лодки-амфибии было максимальное устранение неравномерности движения транспортного средства с возможностью длительного

равномерного движения по суше без дополнительных инерционных нагрузок. Результатом исследования является создание макета принципиально нового механизма – шагающего колеса с лямбдаобразными механизмами П.Л. Чебышева [12]. Собранный механизм и схема его работы показаны на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид и принцип действия колеса с шагающими механизмами

Первым авторским предложением является установка на один кривошип системы из шести лямбдаобразных механизмов П.Л. Чебышева. В традиционной механической схеме корпус механизма неподвижен, а кривошип вращается вокруг корпуса. Второе авторское предложение состоит в обращении движения, то есть в работе механизма по роторной схеме. Кривошип неподвижно закреплён относительно конструкции лодки-амфибии, но теперь уже подвижный корпус вращается вместе с шестью шарнирно-рычажными лямбдаобразными механизмами П.Л. Чебышева относительно лодки-амфибии. Сдвиг по фазе в работе соседних механизмов равен 60 градусов, когда один механизм уходит из зацепления с поверхностью дна водоёма или контакта весла с водой, на смену ему приходит следующий механизм с началом фазы своей активной работы по перемещению лодки-амфибии.

Роторная схема работы движителя позволяет реализовать три режима работы в едином устройстве: равномерное движение лодки-амфибии по суше, ничем не отличающееся от автомобильного принципа, движение по воде за счёт работы вёсел и движение по отмели, болоту, шуге, снегу шагающим способом с опорой на концы шатунов, на которые установлены вёсла. Шагающий способ перемещения кратковременно включается в крайнем случае только для преодоления препятствия, а потом переключается на длительные режимы движения по воде с помощью вёсел или по твёрдой поверхности на колёсах.

На рис. 2 показана схема фазового переключения режима работы движителя. Фазовое переключение оказалось возможным из-за нецентральной овальной траектории рабочих концевых точек шатуна-опоры-весла лямбдаобразного механизма П.Л. Чебышева. Движитель построен по роторному типу, поэтому лямбдаобразные механизмы вращаются при закреплённом на корпусе кривошипе. Концевая рабочая точка шатуна-весла-опоры совершает сразу два движения: по шагающей траектории и по окружности. В результате рабочая точка находится либо постоянно внутри окружности колеса-опоры, либо вне окружности. Если кривошип закрепить так, что нижняя часть колеса касается поверхности, то получится обычный автомобильный принцип движения. Если кривошип на корпусе развернуть, то система тоже повернётся, произойдёт фазовый сдвиг, шатуны-вёсла-опоры выйдут за границу колеса и начнут интенсивнее отбрасывать воду или шагать по отмели.

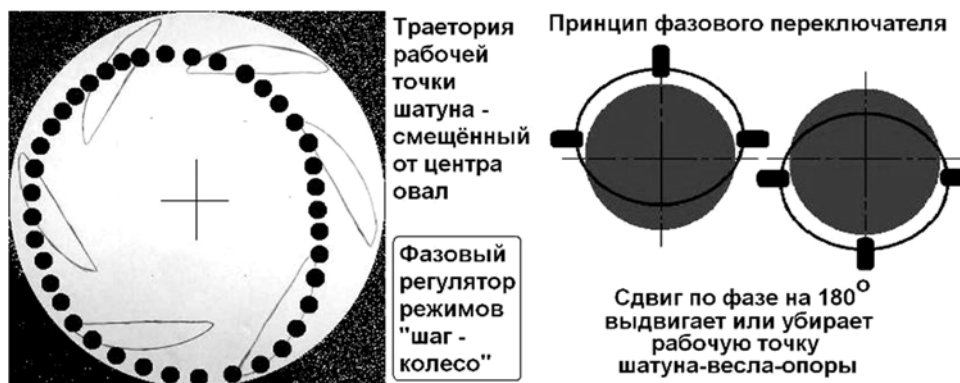


Рис. 2. Принцип фазового переключения режимов движения «шаг-колесо»

Таким образом, найдено новое применение известному механизму П.Л. Чебышева в качестве движителя лодки-амфибии как перспективного транспортного средства, особенно для освоения северных районов, доказана возможность создания лодки-амфибии со значительным упрощением механизма, предложен и собран новый

механизм – шагающее колесо с лямбдаобразными механизмами П.Л. Чебышева. Правильность полученных научных выводов и результатов подтверждена экспериментально испытанием действующего макета движителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шагающая машина П.Л. Чебышева. Электронный ресурс «Математические этюды»: <http://www.etudes.ru/ru/etudes/chebyshev-plantigrade-machine/>.
2. Артоболевский И.И., Левитский Н.И. Механизмы П.Л. Чебышёва / Научное наследие П.Л. Чебышёва. – Вып. II. – Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – С. 52–56. – Электронный ресурс: <http://www.tcheb.ru/1>.
3. П.Л. Чебышев. Гребной механизм. Электронный ресурс: <http://www.tcheb.ru/17>.
4. Сковрцова А.А., Папиашвили Э.Д. Универсальная передвижная шаговая платформа для освоения тундры и Арктики // Материалы 8-го Всеросс. форума студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в техн. ун-тах». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 170 с. – С. 6–8.
5. Сковрцова А.А., Папиашвили Э.Д. Шагающая платформа для освоения тундры, Арктики и шельфовых областей (научный руководитель Лебедев В.В.) // Юные техники и изобретатели / Сборник материалов по итогам II Всероссийской конференции в Государственной Думе РФ / Лучший проект для молодёжи России в 2015 году. – Презентации победителей. – Номинация "Освоение тундры". – С. 32–33. – Электронный ресурс: www.yunye-tekhniki.rf.
6. Жукова В.С. Шагающая лодка-амфибия с одним движителем П.Л. Чебышева / Материалы 11-го Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных "Наука и инновации в технических университетах", 25–27 октября 2017 г. – Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2017. – 121 с. – С. 58–60. – Электронный ресурс: <http://ysc.spbstu.ru/forum2017/Forum2017.pdf>.
7. Жукова В.С., Сковрцова А.А. Механика и гидродинамика привода ложки-амфибии / 60-я Научная конференция МФТИ. Программа 60-й Всероссийской научной конференции МФТИ. – Москва-Долгопрудный-Жуковский. – М.: МФТИ, 2017. – 116 с. – ISBN 978-5-7417-0651-0. – Секция теоретической и прикладной аэрогидромеханики. – С. 61. – Эл. ресурс: <https://conf60.mipt.ru/public/admin/mipt-conference/Programma.pdf>.
8. Жукова В.С. Упрощение и новое применение гребного механизма П.Л. Чебышева / Машиноведение и инновации. 29-я конференция молодых учёных и студентов (МИКМУС-2017), 6–8 декабря 2017 г. – Москва, Институт Машиноведения им. А.А. Благодина Российской академии наук (ИМАШ РАН).
9. Жукова В.С. Лодка-амфибия шагает по отмели. – Декабрь 2017 г. – Электронный ресурс (видеоролик): <https://youtu.be/Zrh0bbOqPtQ>.
10. Жукова В.С. Новый движитель для неопределённых жидких и шугированных сред с отмелями / XXI Международная конференция «Строительство – формирование среды жизнедеятельности 2018». – Москва, НИУ МГСУ, 25–27 апреля 2018 г.
11. Жукова В.С. Механика и гидродинамика нового движителя лодки-амфибии / Материалы V Всероссийского конкурса «Старт в науке V». – 2018. – Электронный ресурс: <https://school-science.ru/5/11/35109>.
12. Жукова В.С. Лодка-амфибия: от шагающего механизма к шагающему колесу. Сентябрь 2018 г. – Электронный ресурс (видеоролик): <https://youtu.be/73qHqeN9ndE>.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ НАРАБОТКИ ПИГМЕНТОВ ИЗ РЯСКИ *LEMNA MINOR*

Т.А. Кузнецова, А.Р. Иванова, В.О. Попова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Ряска малая относится к семейству Ароидные. В течение теплового периода года растение размножается вегетативно, с помощью молодых листочков, отделяющихся от материнского растения. Зимует ряска в виде почек, опускающихся на дно вместе с отмершими растениями [1]. Ряска расселяется в стоячих и медленно текущих водах, в солёных водах не обитает. Она быстро размножается вегетативно в летнее время в пресных водоёмах со стоячей водой, покрывая их поверхность сплошным зеленым ковром, за 6 суток удваивает массу. За сезон при многократной уборке она может дать двести тонн биомассы с гектара. В Узбекистане за 8 месяцев было собрано 276 тонн с 1 га. Одно из направлений исследования ряски малой – культивирование *L. minor* с дальнейшим использованием в качестве корма для сельскохозяйственных животных (содержание белка в ряске до 45 % в пересчете на сухое вещество); а также для накопления ценных компонентов в тканях ряски малой; рясковые накапливают в листочках флавоноиды, дитерпеноиды, танины, витамины B1, B2 и C, стероиды, ненасыщенные жирные кислоты, в частности омега-3 [2].

Цель работы – изучение качественного состава и количественного содержания пластидных пигментов (хлорофилла а, хлорофилла b, каротиноидов) методом спектрофотометрии при разных способах хранения.

Мы исследовали содержание пигментов (хлорофилл а, хлорофилл b, каротиноиды) спектрофотометрически. Ряска, как и все фотосинтезирующие организмы, содержит пигменты, способные

поглощать видимый свет и переходить в возбужденное состояние, запуская тем самым химические реакции фотосинтеза. Хлорофилл а имеет голубовато-зеленый цвет, хлорофилл b – желтовато-зеленый [3]. Схема исследования приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема исследования

Максимумы поглощения исследуемых пигментов: хлорофилл а – 665 нм, хлорофилл b – 649 нм, каротиноиды – 440 нм. В кювете сравнения находился 96% этанол. Концентрацию пигментов в экстракте определяют по формулам: $C_a = 11,63D_a - 2,39D_b$, $C_b = 20,11D_b - 5,18D_a$, $C_{a+b} = 6,45D_a + 17,72D_b$, $C_{кар.} = 4,695D_{кар.} - 0,268C_{a+b}$, где С – концентрация хлорофиллов а, b и каротиноидов в экстракте, мг/л; D – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 440, 649 и 665 нм. Концентрацию пигментов в пересчете на сухие вещества в биомассе определяли по формуле: $A = \frac{(C \cdot V)}{P \cdot 1000}$, где А – содержание пигмента на 1 г сухой навески, мг; С – концентрация пигмента (рассчитанная по предыдущим формулам), мг/л; V – объем вытяжки пигмента, мл; P – навеска, г.

Исследование особенностей ультраструктуры листочков позволяет охарактеризовать состояние фотосинтезирующего аппарата растений [2], что напрямую связано с накоплением органических веществ в тканях и нарастанием биомассы.

Морфо-анатомическое исследование было проведено для растений, собранных в летний период, которые в дальнейшем хранили в разных условиях. Показателями интенсивного метаболизма является: крупные открытые устьица, высокая их концентрация (характеризуют интенсивный газообмен) (рис. 2 А); крупные клетки хлоренхимы (накопление запасных полисахаридов, интенсивный фотосинтез) (рис. 2 Б); крупные хлоропласты (характеризуют интенсивность фотосинтеза) (рис. 2 Б).

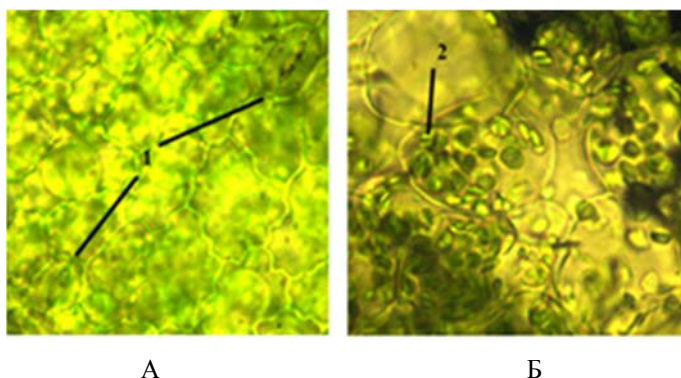


Рис. 2. Микроскопическая картина листочков *L. minor*: А – эпидермис (1 – устьице); Б – фотосинтезирующие клетки паренхимы (2 – хлоропласты)

Размеры хлоропластов в хлоренхиме листочков растений при интенсивном росте популяций несколько меньше (табл. 1), чем в литературных источниках (Екатеринбург) [4], что возможно связано с меньшей интенсивностью солнечной радиации в условиях Санкт-Петербурга.

Таблица 1. Анатомическая характеристика листочков *L. minor* в естественных условиях СПб, июль 2017 г. (n=50)

S проекции кл. хлоренхимы под эпидермисом	S проекции устьица	СОУ, %	S проекции осн. клеток эпидермиса	K _a
153,87±14,89	219,32±11,49	11,29±1,23	388,86±66,84	1,73±0,18

Примечание: СОУ – степень открытости устьиц; K_a – коэффициент извилистости антиклинальных стенок основных клеток эпидермиса.

Таблица 2. Влияние способа обработки биомассы ряски малой на содержание пигментов, определенных спектрофотометрическим методом, в пересчете на сухую массу

Образец	Хлорофилл, мг/г				Каротиноиды, мг/г
	a	b	a+b	a/b	
При ИК-сушке	2,38±0,29	1,44±0,28	3,79±0,58	1,68	0,469±0,057
Замороженный при -18°C	2,59±0,093	1,83±0,13	4,41±0,208	1,42	0,586±0,021
Живые, культивируемые в лаборатории	5,57±0,73	2,40±0,367	8,00±1,10	2,33	1,655±0,220

При высоких и низких температурах на свету происходит разрушение хлорофилла путем фотоокисления, что сопровождается появлением некротических пятен. Эксперимент показал, что при замораживании и высушивании происходит разрушение хлорофилла, содержание каротиноидов также снижается (табл. 2), наиболее существенное снижение наблюдается при высушивании.

При культивировании в лабораторных условиях в среде Тамия полученная биомасса содержит существенно больше пигментов, что делает актуальным разработку методов культивирования ряски малой.

Таким образом, для наработки наибольшего количества пигментов лучше использовать метод сохранения живой ряски в аквариумах. ИК-сушка и заморозка приводит к сокращению пигментов почти в 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задорожная Л.А. Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы. – М.: АСТ, 2011 – 380 с. – ISBN 978-5-17-075784-8.
2. Ронжина Д.А. Химический состав листа и структура фотосинтетического аппарата высших водных растений / Д.А. Ронжина, Л.А. Иванов, В.И. Пьянков // Физиология растений. – 2010. – том 57, № 3. – С. 389–397.
3. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с. – ISBN 978-5-97750716-5.
4. Кислицина М.Н. Ответные реакции *LEMNA MINOR L.* на действие экзогенных фенольных соединений / М.Н. Кислицина, Г.Г. Борисова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2016, № 4 (157). – С. 54–58. – ISSN 2542-1077.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЕ-ОКИСЛЕНИЕ ИОНОВ ХРОМА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В АРГОНЕ

А.А. Извекова, А.В. Сунгурова, В.В. Рыбкин

Ивановский государственный химико-технологический университет

Предприятия машиностроения, кожевенной и текстильной промышленности являются источниками сточных вод, содержащих загрязнения в виде тяжелых металлов, в частности, ионов хрома Cr⁶⁺, являющихся сильным токсикантом, мутагеном и карциногеном. Наиболее распространен химический метод удаления Cr⁶⁺ путем его восстановления до ионов Cr³⁺. В качестве восстановителей используются сульфат железа (II), сульфит натрия или метабисульфит натрия. Недостаток химических методов обусловлен тем, что реакция восстановления-окисления является обратимой, то есть для достижения высокой степени восстановления требуются избытки реагентов, которые приводят к вторичному загрязнению воды. В то же время известно, что действие электрических разрядов атмосферного давления в различных газах на воду приводит к появлению в ней активных частиц, которые в зависимости от условий могут быть как окислителями, так и восстановителями. Частицы с высокой окислительной способностью представлены радикалами ОН, атомами О(ЗР), пероксидом водорода, озоном, радикалами НО₂. Хорошей восстановительной способностью обладают атомы Н, молекулы

водорода и сольватированные электроны. Образование этих частиц происходит без участия каких-либо химических реагентов.

Поэтому целью работы было выявление закономерностей кинетики восстановления-окисления ионов хрома под действием разряда постоянного тока в аргоне и сравнение их с имеющимися литературными данными для разряда в воздухе.

В работе использовалась установка, представленная на рис. 1.

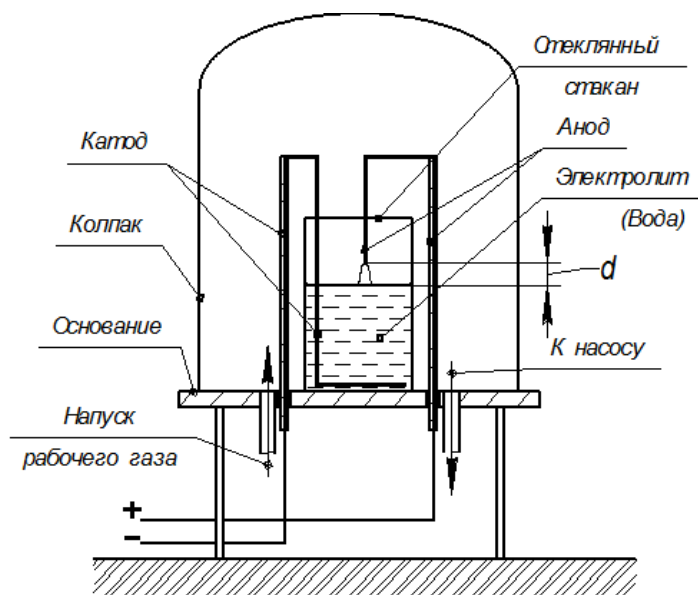


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Сосуд с раствором (70 мл) помещался под вакуумный колпак (5 л), через который пропускался аргон высокой чистоты (99.994%) при расходе $3 \text{ см}^3/\text{с}$ (н.у.). Разряд при атмосферном давлении возбуждали приложением постоянного напряжения между металлическим анодом и раствором. Расстояние анод-поверхность электролита составляло 10 мм. Ток разряда меняли в пределах 20–80 мА. Раствор нужной концентрации готовили растворением навески бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) квалификации ЧДА в дистиллированной воде. Диапазон концентраций по ионам Cr^{6+} составлял (0.1–0.5) ммоль/л.

Обнаружено, что действие разряда стимулирует реакции восстановления ионов Cr^{6+} в ионы Cr^{3+} и обратные реакции окисления ионов Cr^{3+} в Cr^{6+} , т.е. реакции окисления-восстановления имеют обратимый характер. Предельная степень восстановления ионов Cr^{6+} зависела от тока разряда и начальной концентрации раствора. По степени восстановления разряды в воздухе и аргоне демонстрируют близкие результаты, но в аргоне процесс восстановления протекает быстрее и его энергетические показатели выше. Найдены константы скоростей окисления и восстановления, оценена энергетическая эффективность процесса.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЫЛИ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

С.В. Ковшов, И.С. Ильяшенко

Санкт-Петербургский горный университет

Анализ экологической обстановки любого населённого пункта показывает, что неотъемлемым фактором, влияющим на здоровье и состояние человека, остается пыль. Повышенный уровень запыленности, обусловленный жизнедеятельностью людей, свойственен любому современному городу [1].

Многочисленными источниками пыли в городской черте могут выступать действующие строительные площадки, заброшенные в результате незаконченного строительства пустыри, производственные объекты, так или иначе связанные с выбросами органической или неорганической пыли. Для любого города перечисленные источники являются типичными, массы пыли различных фракций переносятся по городской черте, значительно воздействуя на экологию города.

Поэтому для мониторинга и контроля необходим тщательный и подробный анализ составов пыли, исследование закономерностей распределения пыли в зависимости от климатических и иных факторов.

Данный анализ включает в себя, прежде всего, сбор статистической информации для количественной оценки распределения пыли различного гранулометрического состава в зависимости от расположения тех или иных производственных объектов, сооружений, возможности развития сильных турбулентных потоков воздуха и др. Более того, для выведения закономерностей распределения пыли производится обработка полученных

экспериментальных данных с помощью корреляционных расчетов [2]. Результатом выявленных зависимостей является районированная карта распределения пылевых потоков в городе.

Главными целями анализа являются сбор информации о экологической ситуации города Санкт-Петербург с точки зрения уровня запыленности, определение основных факторов, влияющих на распределение пылевых частиц в городской черте, а также предложение возможных технологий снижения аэротехногенной нагрузки.

Пыль органического или неорганического происхождения представляет собой вредный фактор, оказывающий влияние на человека в результате вдыхания частиц в легкие. Наиболее опасной фракцией, как известно, являются мелкодисперсные пылевые частицы от 1 до 10 микрон: частицы размером меньше 1 мкм вылетают с выдыхаемым воздухом, а с размером от 10 мкм – задерживаются в дыхательных путях носоглотки.

Анализ количественного состава пыли в зависимости от гранулометрического состава показывает, что наиболее распространенной фракцией в городской черте являются частицы с размером 0,3–0,5 мкм. Пример произведенных замеров в зависимости от параметров воздуха, а также периода года приведен в табл. 1. Всего было произведено 5400 замеров: по 50 замеров в 3 точках потенциально наиболее интенсивных источников пылевого загрязнения каждого из 18 районов города в два периода года: зимой и весной. Замеры проводились с помощью портативного счетчика пылевых частиц СЕМ DT-9880.

Таблица 1. Пример произведенных замеров фракционного состава пыли

№ п/п	Место замера	Период года	Размер частиц	Число частиц	Влажность воздуха
			мкм		%
1	Кронштадтский район, Кронштадтский кондитерский завод	Зима, 17 февраля 2018 г.	0,3	92049	48,3
			0,5	35720	
			1,0	5990	
			2,5	1550	
			5,0	63	
			10,0	42	
2	Василеостровский район, Намывная территория	Весна, 15 мая 2018 г.	0,3	113698	67,4
			0,5	39764	
			1,0	6851	
			2,5	655	
			5,0	376	
			10,0	166	

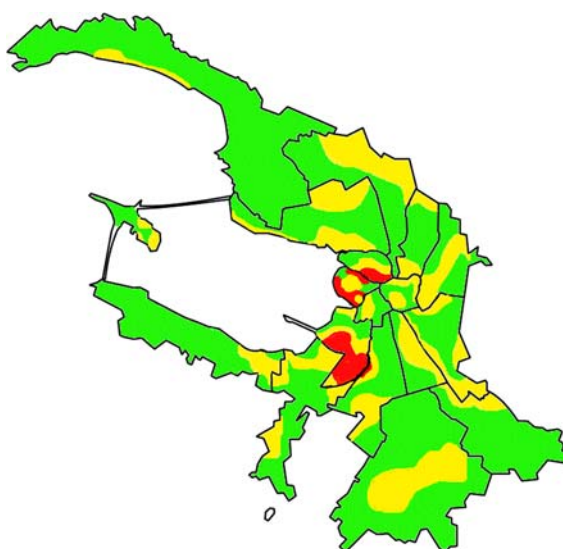


Рис. 1. Распределение пылевых частиц в разных районах г. Санкт-Петербург в зимний период

Результаты произведенных замеров аэротехногенной нагрузки в разных районах города доказывают, что дисперсность пылевых частиц зависит от природы источника пылящего материала, характера пыления, а количество частиц – от интенсивности пыления.

Примером может служить резиновая крошка малой дисперсности. Количество автомобильного транспорта на дорогах города увеличивается ежедневно. Естественно, что в результате трения о дорожное покрытие, резиновые покрышки колес автомобилей стираются, и пыль, образующаяся вследствие этого, поднимается в воздух. Отсюда количество поднимающейся пыли находится в прямой зависимости от количества проезжающих автомобилей.

Помимо резиновой пыли, значительными источниками пыления являются песок, соль и различные химические реагенты, например, формиаты (HCOO^-), хлориды кальция CaCl_2 и натрия NaCl , кармабид $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, входящие в состав некоторых противогололедных реагентов [3]. Именно поэтому для замеров были выбраны периоды года, когда зимой эти вещества активно используются и когда весной вместе со сходом снега они поднимаются ветром в воздух атмосферы. Кроме того, большой вклад в городскую пыль вносят земляная крошка, выдуваемая ветрами с открытых почвенных поверхностей, и пыльца растений, преобладающая весной в период цветения. Наконец, особо важным источником для крупных городов, в частности, Санкт-Петербурга, является производственный выброс пыли: промышленность остается неотъемлемой частью развитых городов и значимым объектом экологического контроля.

На основе произведенных замеров и анализа источников запыленности в городе было произведено районирование Санкт-Петербурга, главной целью которого стало выявление определенной закономерности распределения пыли в зависимости от сторонних факторов (рис. 1). Особенности такого распределения обусловлены взаимным и относительным расположением источников пылящего материала, характером выбросов пыли и особенностями расположения зданий и сооружений в городской черте, препятствующих или способствующих образованию вихревых воздушных потоков, поднимающих пыль во взвешенное состояние.

Наиболее тяжелым периодом для города с точки зрения аэротехногенной нагрузки остается весна – время таяния снега и выветривания всех использованных в зимний период реагентов, песка, соли и других веществ. Рациональным и логичным решением этой проблемы может служить, прежде всего, своевременная уборка смеси снега с противогололедными реагентами, а в дальнейшем активное орошение дорожных покрытий города водой или растворами поверхностно-активных веществ [3].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горшков Е.В., Насими М.Х. Исследование загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью природного происхождения // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4.
2. Ковшов, С.В. Научно-исследовательская работа: учебное пособие / С.В. Ковшов, А.А. Кузин. – Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2017. – 170 с.
3. Баркан, М.Ш. К проблеме распыления воды и пылеподавляющих растворов / М.Ш. Баркан, С.В. Ковшов, Ф.А. Орлов // Problem of modern science and education, Т. 11 (41), 2015. – С. 100–103.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ УВОДЬ (Г. ИВАНОВО)

И.А. Искинова, М.С. Герасимова, В.В. Воронина
Ивановский государственный химико-технологический университет

Бенз(а)пирен является типичным представителем полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Данный поллютант состоит из пяти сочлененных в определенной последовательности бензольных колец ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$), и является производным пирена – тетрациклического углеводорода, лишённого канцерогенной активности [1]. Бенз(а)пирен (БП) относится к веществам I класса опасности – супертоксикантам и обладает ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами [2]. Поэтому осуществление экологического мониторинга за содержанием БП в объектах окружающей среды является актуальной задачей.

Целью данной работы являлась оценка уровня загрязнения бенз(а)пиреном воды в реке Уводь, протекающей по территории г. Иваново Ивановской области.

Анализ содержания ПАУ в объекте исследования осуществлялся в 2018 г. В качестве точек пробоотбора река Уводь по всей протяженности была разбита на участки. Также на данных участках для оценки возможных путей поступления БП были отобраны образцы снежного покрова. Для установления фонового уровня загрязнения БП были отобраны пробы воды и снежного покрова вне зоны антропогенного влияния.

Отбор проб снежного покрова на рассматриваемых участках осуществляли в соответствии с требованиями [3]. Согласно рекомендациям, пробы снега отбирали в период с января по март включительно (т.е. в то время, когда установился устойчивый снежный покров). Пробу отбирали методом «конверта» с использованием снегомерной рейки. Отбор проб воды на рассматриваемых участках осуществляли в соответствии с требованиями [4]. Пробы воды отбирали в апреле 2018 г. (в период интенсивного таяния снега и льда).

Содержание БП в подготовленных пробах определяли с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (жидкостной хроматограф «Люмахром» с флуориметрическим детектором) [5].

В целом уровень загрязнения БП р. Уводь варьируется в диапазоне от 0,2 до 12,8 нг/л и в среднем превышает ПДК в 2,3 раза.

Максимальная концентрация наблюдается на участках, где расположены автомобильные мосты, что позволяет предположить, что основным каналом поступления загрязнителя в воду является автомобильный транспорт, что подтверждается тем, что максимальное содержание БП наблюдается в центре города, где интенсивность транспорта максимальна. Сравнение полученных данных с результатами исследований [6]

содержания БП в воде рек Санкт-Петербурга, где концентрации загрязняющего вещества составляет в среднем 40 нг/л, позволяет сделать вывод, что р. Уводь подвержена меньшему воздействию ПАУ.

Оценить распределение БП по всей длине исследуемого водного объекта можно с использованием ГИС-систем. Интерполяция значений концентраций БП в воде р. Уводь выявила экологические аномалии в центре города, что подтверждает сделанные выше выводы об уровнях загрязнения, а также позволила установить на какое расстояние распространяются концентрации БП, превышающие уровень ПДК, которое составляет около 500 м, что говорит о том, что несмотря на интенсивное антропогенное воздействие, водный объект обладает способностью к самовосстановлению. Так как БП является персистентным веществом, то можно предположить, что основным каналом его выведения из воды являются процессы седиментации и накопления в донных отложениях.

Для оценки одного из возможных каналов поступления БП в водный объект был оценен уровень загрязнения снежного покрова, пробы которого были отобраны в непосредственной близости к р. Уводь. Снег представляется исследователям как отличный естественный резервуар ЗВ, мигрирующих атмосферным путём [7].

Содержание БП в исследуемых образцах снежного покрова лежит в диапазоне от $2,4 \cdot 10^{-3}$ до $12,3 \cdot 10^{-3}$ мг/м³, что превышает фоновый уровень загрязнения (ниже $2 \cdot 10^{-3}$ мг/м³).

Полученные концентрации БП в снеге позволили оценить плотность выпадения загрязняющего вещества, на единицу площади исследуемой территории, которая является интегральным показателем экологического состояния территорий. Средняя плотность выпадения БП за холодный период времени года составила $0,92 \cdot 10^{-3}$ мг/м², что в 1,8 раза выше, чем плотность выпадения по бенз(а)пирену в среднем на европейской территории России ($0,52 \cdot 10^{-3}$ мг/м²) [8]. Зная площадь водосбора, можно оценить количество БП, поступающего при таянии снежного покрова в р. Уводь. Оценки показали, что в период снеготаяния в реку может поступить 21,4 г БП, что при расходе воды 19 м³/с и длительности периода снеготаяния – 36 дней составит среднюю концентрацию ЗВ в воде равную 1,27 нг/л, что хорошо коррелирует с экспериментальными данными (2,2 нг/л). Следовательно, помимо автотранспорта, присутствуют и другие источники поступления БП в водный объект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ровинский, Ф.Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов / Ф.Я. Ровинский, Т.А. Теплицкая, Т.Д. Алексеева. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.
2. Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксиантов. Учебное пособие для вузов/ В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов, Г.К. Будников. – М.: Химия, 1996. – 319 с.
3. РД. 52.04.186 – 89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.
4. ПНД Ф 14.2:4.70-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации полициклических ароматических углеводородов в питьевых и природных водах методом ВЖХ. – Москва, 1996.
5. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой, М.Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 328 с.
6. Петрова В.Н., Хорошко Л.О., Жаковская З.А., Викторовский И.В. Содержание и состав полиароматических углеводородов в малых реках водосбора восточной части Финского залива // Водные ресурсы, 2009, том 36, № 4, с. 452–458.
7. Машкин Д.В., Гуцин А.А., Извекова Т.В., Борова Ю.Г. Опыт использования снежного покрова в качестве универсального показателя загрязнения урбанизированных территорий. Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». Т. 18. 2016. – С. 58–73.
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2017. – 760 с.

ДЕСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛ, В ПЛАЗМЕ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА

А.А. Козлов, К.А. Тюканова, Е.Ю. Квиткова, А.А. Гуцин
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Загрязнение атмосферного воздуха летучими органическими соединениями (ЛОС) носит повсеместный характер и является одной из актуальных экологических проблем. В огромную группу ЛОС входят хлорорганические соединения (ХОС), которые обладая высокой устойчивостью к процессам выведения из атмосферы, являются высокотоксичными веществами, обладающими канцерогенными и мутагенными свойствами. Поэтому большинство ХОС в США, Китае и странах ЕС были названы в качестве приоритетных загрязнителей атмосферы. Таким образом, очистка газовых выбросов от ХОС относится к приоритетным задачам.

В настоящее время существует большое количество методов очистки газовых выбросов от ХОС, а одними из наиболее перспективных являются методы химии высоких энергий, к которым относится диэлектрический барьерный разряд (ДБР). ДБР обладает рядом преимуществ перед традиционными способами защиты атмосферного воздуха, к которым в первую очередь можно отнести: образование большого количества химически активных частиц, способных эффективно окислять органические соединения, высокие скорости протекания процессов, отсутствие необходимости введения в систему дополнительных химических реагентов.

Целью работы являлось исследование кинетики деструкции газовых смесей, содержащих ХОС, в плазме барьерного разряда.

В качестве объекта исследования был выбран 1,4-дихлорбензол (ДХБ). Эксперименты по обработке газовых смесей ДХБ приводились на экспериментальной установке, подробное описание которой приведено в [1]. Начальные концентрации ХОС в смеси с техническим кислородом варьировались в диапазоне от 0,08 до 0,4 г/м³. Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора ($f = 1000$ Гц). Напряжение, подводимое к электродам, изменялось в диапазоне 8–11 кВ (сила тока разряда – от 0,2 до 0,7 мА). Расход парогазовой смеси определялся по предварительно откалиброванному ротаметру и варьировался в диапазоне 1,0–3,0 см³/с, что соответствовало времени контакта газовой смеси с зоной плазмы 14,3–4,8 с.

Концентрация ДХБ определялась хроматографическим методом с использованием в качестве чувствительного элемента детектора ионизационного захвата. Для оценки возможных продуктов использовались аттестованные методики: концентрацию альдегидов определяли флуориметрическим методом с 1,3-циклогександионом в присутствии ионов аммония (флуориметр «Флюорат 2-М») [2]; одноосновных карбоновых кислот оценивали фотометрическим методом основанным на цветной реакции данных соединений с м-ванадатом аммония (спектрофотометр ПЭ-5400УФ (ПромЭкоЛаб)) [3]; содержание CO₂ в паро-газовой смеси, выходящей из реактора, проводилось методом газовой хроматографии с метанатором и пламенно-ионизационным детектором [4].

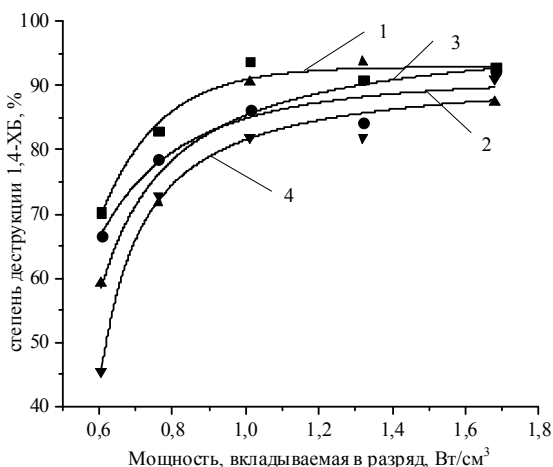


Рис. 1. Зависимость степени разложения от мощности, вкладываемой в разряд при различных начальных концентрациях ДХБ. С_н (ДХБ): 1 – 0,4 г/м³, 2 – 0,211 г/м³, 3 – 0,165 г/м³, 4 – 0,08 г/м³

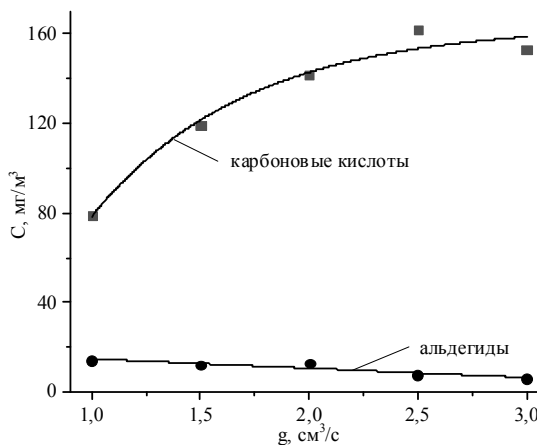


Рис. 2. Зависимость концентрации карбоновых кислот и альдегидов от расхода газовой смеси

Экспериментально установлено, что увеличение удельной мощности, вкладываемой в разряд, приводит к незначительному росту степени превращения ДХБ (рис. 1). Такой ход зависимости является характерным при воздействии ДБР на органические соединения и может быть объяснён тем, что при низких удельных мощностях концентрация активных частиц, образующихся в разряде, является явно недостаточной, а при высоких мощностях их образуется с избытком, то есть они не все расходятся в процессах взаимодействия с разлагаемым соединением.

Из данных рис. 1 следует, что увеличение начальной концентрации ДХБ в 5 раз приводит к росту степени его превращения в 1,5 (при минимальной мощности разряда) – 1,1 раза (при максимальной мощности 1,7 Вт/см³).

В исследуемом диапазоне концентраций (от 0,08 до 0,4 г/м³) эффективность разложения ДХБ уменьшается с 70 до 45 % при минимальной мощности разряда, и с 93 до 91 % – при максимальной мощности разряда. Т.е. как и следовало ожидать, рост мощности, вкладываемой в разряд, приводит к увеличению числа активных частиц, участвующих в процессе разложения ДХБ.

Для оценки экологической целесообразности процесса деструкции необходима информация не только об эффективности деструкции исходного соединения, но и об образующихся продуктах, которые могут быть более токсичными, чем исходное соединение. Процесс трансформации ДХБ, как и других ароматических углеводородов [1, 5] в ДБР, протекает преимущественно с образованием продуктов, таких как карбоновые кислоты, альдегиды, СО, СО₂. При максимальных концентрациях ДХБ в газовой фазе (0,4 г/см³) на выходе из

реактора соединения, обладающие более высокой молекулярной массой, чем исходное, обнаружены не были. С увеличением времени контакта концентрация карбоновых кислот на выходе из разрядника уменьшается, а альдегидов и CO₂ напротив возрастает (рис. 2). Отметим, что с ростом времени контакта степень деструкции падает, что связано с уменьшением начальной концентрации ДХБ. Поэтому в первом приближении концентрации и карбоновых кислот, и диоксида углерода на выходе из реактора также должны были бы снижаться, однако этого не наблюдается. Такой эффект может быть связан с тем, что при малых начальных концентрациях ДХБ большая его часть полимеризуется (визуально на стенках реактора и электроде наблюдается появление осадка), то есть суммарная степень трансформации вероятно растет, а степень деструкции падает.

Баланс по углероду не соблюдается (в продуктах разложения его больше, чем в исходном ДХБ), что, вероятно, связано последующим разложением полимера, осевшего на электроде и диэлектрике. Кроме того, выход CO₂, как конечного продукта в сумме продуктов деструкции, содержащих углерод, достигает 71–89 %, что характеризует ДБР, как весьма эффективный метод удаления органических соединений из отходящих газов (выбросов в атмосферу), в частности ДХБ.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).

ЛИТЕРАТУРА

1. Gushchin A.A., Grinevich V.I., Kozlov A.A., Kvitkova E.Yu., Shutov D.A., Rybkin V.V. Destruction of 2,4 dichlorophenol in an atmospheric pressure dielectric barrier discharge in oxygen Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2017. Т. 37. № 5. С. 1331–1341.

2. ПНД Ф 14.1: 2:4.187-02. Методика измерения массовой концентрации формальдегида в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости Флюорат-02.

3. В.А. Симонов, Е.В. Нехорошева, Н.А. Заворовская. Анализ воздушной среды при переработке полимерных материалов. Ленинград. «ХИМИЯ» Ленинградское отделение. 1988, стр. 19.

4. ПНД Ф 13.1:2:3.27-99. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии. – М., 2005. – 61 с.

5. Кайряк С.В., Гриневич В.И., Костров В.В. // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология, 2000, т. 43, вып. 6, С. 68.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ С ЕДИНЫМ КОНТУРОМ ТЕПЛОВЫХ МАШИН

А.В. Кондрашов, М.Ю. Егоров

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Энергосбережение считается сегодня одним из наиболее актуальных направлений развития России в связи с вступлением в силу Федерального закона № 261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» [1] и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [2].

Цель работы – анализ экономической эффективности применения систем утилизации теплоты, выбрасываемой в окружающую среду от тепловых машин, на различные технические нужды.

Задачи исследования:

1. Влияние теплового загрязнения на окружающую среду и методы его сокращения [3].
2. Исследование внедрения системы утилизации тепловой энергии тепловых машин [4, 5], выбрасываемой в окружающую среду, на различные технические нужды, связанной с необходимостью снижения теплового загрязнения [6], а также с непрерывным ростом цен на энергоресурсы.

В работе произведен анализ неиспользуемой тепловой энергии на примере эксплуатации холодильной машины, которая помимо производства холода также вырабатывает значительное количество теплоты, которое образуется в процессе сжатия холодильного агента в компрессоре до давления и температуры конденсации, и в большинстве действующих холодильных установках тепловая энергия передается окружающей среде при помощи воздушных конденсаторов или градирен, расположенных на улице.

Выполняется исследование внедрения системы частичной утилизации теплоты конденсации холодильных машин, которое направлено на воздушное отопление ледовых арен в СПб ГБУ СШОР по фигурному катанию на коньках (далее – «Учреждение»).

Выполнен расчет экономической целесообразности проектного решения по внедрению энергосберегающих технологий, который состоит из двух подразделов.

Двенадцатый Всероссийский Форум «Наука и инновации в технических университетах»

1. Экономический эффект от полного отказа использования тепла от теплоснабжающей организации ГУП ТЭК СПб для гидравлической системы тепловентиляторов, воздушного отопления ледовых арен в отопительный период. 7 месяцев (в период с января по апрель и с октября по декабрь).
2. Экономический эффект от полного отказа использования теплового насоса (чиллера), который применялся только в межотопительный период. 5 месяцев (в период с мая по сентябрь).

Определение экономического эффекта от полного отказа использования тепла от теплоснабжающей организации ГУП ТЭК СПб, для гидравлической системы тепловентиляторов, воздушного отопления ледовых арен в отопительный период. 7 месяцев (в период с января по апрель и с октября по декабрь).

Сгод. эфф. от тепла = Тгод. раб. · Qутил. · Цтеп. эн. · Кисп. тепл – Сзатр. на работу сист.,
где Сгод.эфф.от тепла – суммарный годовой эффект при отказе от тепла ГУП ТЭК, млн.руб.; Тгод.работы – время отопительного сезона, часов/год; Qутил.– теплота, утилизируемая на форконденсаторах, кВт; Кисп.тепл – вводится коэффициент использования теплоты конденсации, равный «0,5», из-за невозможности использования системы на 100%; Цтеп.эн. – стоимость тепловой энергии, руб./кВт; Сзатр. а работу сист. – затраты на работу системы, руб.;

$$T_{\text{год. работы}} = \frac{18 \text{ час}}{\text{день}} \cdot \frac{7 \text{ дней}}{\text{неделю}} \cdot \frac{4,4 \text{ недели}}{\text{месяц}} \cdot \frac{7 \text{ месяцев}}{\text{год}} = \frac{3880,8 \text{ часов}}{\text{год}};$$

Qутилиз=6 форконденсаторов*75кВт=450 кВт;

Цтеп.эн.= 2,087 руб./кВт с НДС. (1Гкал=1,163МВт=1163кВт. При стоимости 1 Гкал 2427 руб. с НДС получаем стоимость 1кВт тепловой энергии=2427/1163=2,087руб./кВт);

Сзатр.на работу сист – для работы системы необходим только циркуляционный насос мощностью 7,5 кВт., т.е. Nсредн.мощн.потр. сист. утил. тепл.=7,5 кВт.

В связи с тем, что наше Учреждение оплачивает потребленную электрическую энергию по четвертой ценовой категории АО «ПСК», то:

- стоимость 1кВт*час электрической энергии Цэл.эн.=1,84 руб./кВт*час;
- стоимость 1кВт по передачи электрической мощности Цперед.эл.мощн=1583 руб./кВт;
- стоимость 1кВт потребленной электрической мощности Цпотр.эл.мощн=775 руб./кВт;
- затраты на работу системы утилизации теплоты конденсации составят:

Сзатраты на работу сист.

$$\begin{aligned} &= (T_{\text{год. работы}} \times (N_{\text{средн. мощн. потр. сист. утил. тепл.}} \times C_{\text{эл. эн.}})) + 7 \text{ мес.} \\ &\times (N_{\text{средн. мощн. потр. сист. утил. тепл.}} \times (C_{\text{перед. эл. мощн.}} + C_{\text{порт. эл. мощн.}})) \\ &= (3880,8 \times (7,5 \text{ кВт} \times 1,84)) + 7 \times (7,5 \text{ кВт} \times (1583 + 775)) = 177\,350 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Итого годовой экономический эффект использования системы утилизации тепла при отказе в отопительный период от тепла ГУП ТЭК для тепловентиляторов составит:

$$\begin{aligned} \text{Сгод. эфф. от тепла} &= 3880,8 \frac{\text{часов}}{\text{год}} \cdot 450 \text{ кВт} \cdot 2,087 \frac{\text{руб}}{\text{кВт}} \cdot 0,5 - 177350 \text{ руб.} = \mathbf{1,65 \text{ млн. руб./7 мес}} \\ &\text{или } \mathbf{235\,714 \text{ руб./мес.}} \end{aligned}$$

Определение экономического эффекта от полного отказа использования теплового насоса (чиллера), который применялся только в межотопительный период. 5 месяцев (в период с мая по сентябрь).

$$\begin{aligned} \text{Сэкон. от теплового насоса} &= (T_{\text{год. работы}} \times \\ &((N_{\text{средн. мощн. потр. тепл. нас.}} + N_{\text{средн. мощн. потр. цирк. насос}}) \times C_{\text{эл. эн.}})) + 5 \text{ мес.} \times \\ &((N_{\text{средн. мощн. потр. тепл. нас.}} + N_{\text{средн. мощн. потр. цирк. насос}}) \times \end{aligned}$$

Цперед.эл.мощн. + (Nсредн.мощн.потр.тепл.нас. + Nсредн.мощн.потр.цирк.насос) × Цпорт.эл.мощн.),
где Сэкон.от теплового насоса – экономия от использования теплового насоса, руб.; Тгод.работы – время работы теплового насоса в межотопительный период, часов/год; Nсредн.мощн.потр.тепл.нас. – средняя потребляемая мощность теплового насоса; Nсредн.мощн.потр.тепл.нас. – средняя потребляемая мощность одного электродвигателя циркуляционного насоса, кВт; Цэл.эн.– стоимость электрической энергии, руб./кВт в час; Цперед.эл.мощн – стоимость 1кВт по передаче электрической мощности; Цпотр.эл.мощн – стоимость 1кВт потребленной электрической мощности;

$$T_{\text{год. работы}} = \frac{18 \text{ час}}{\text{день}} \cdot \frac{7 \text{ дней}}{\text{неделю}} \cdot \frac{4,4 \text{ недели}}{\text{месяц}} \cdot \frac{5 \text{ месяцев}}{\text{год}} = \frac{2772 \text{ часов}}{\text{год}},$$

$$\begin{aligned} \text{Сэкон. от теплового насоса} &= (T_{\text{год. работы}} \times \\ &((N_{\text{средн. мощн. потр. тепл. нас.}} + N_{\text{средн. мощн. потр. цирк. насос}}) \times C_{\text{эл. эн.}})) + 5 \text{ мес.} \times \\ &((N_{\text{средн. мощн. потр. тепл. нас.}} + N_{\text{средн. мощн. потр. цирк. насос}}) \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &C_{\text{перед. эл. мощн.}} + (N_{\text{средн. мощн. потр. тепл. нас.}} + N_{\text{средн. мощн. потр. цирк. насос}}) \times \\ &C_{\text{порт. эл. мощн.}}) = (2772 \times ((33 \text{ кВт} + 7,5 \text{ кВт}) \times 1,84)) + 5 \times ((33 \text{ кВт} + 7,5 \text{ кВт}) \times 1583 + \\ &(33 \text{ кВт} + 7,5 \text{ кВт}) \times 775) = \mathbf{684064 \text{ руб./5 месяцев}} \text{ или } \mathbf{136\,812 \text{ руб./мес.}} \end{aligned}$$

Общая годовая экономия от работы системы утилизации тепла.

$$\begin{aligned} \text{Сэкон.} &= \text{Сгод. эфф. от тепла} + \text{Сэкон. от тепл. насоса} - \text{Сзатраты на работу сист.} \\ &= \mathbf{1,65 \text{ млн. руб}} + \mathbf{684064 \text{ руб}} - \mathbf{177350 \text{ руб.}} = \mathbf{2,15 \text{ млн. руб.}} \end{aligned}$$

Затраты на внедрение системы утилизации теплоты конденсации холодильных машин, составили:

1. Стоимость оборудования и монтажных работ по внедрению системы частичной утилизации теплоты конденсации холодильных машин, для системы воздушного отопления ледовых арен – 115131,42 руб.

2. Затраты на работу системы в год (работа всего одного электродвигателя 7,5 кВт) – 207953руб. в год. $(6098,4 * (7,5 \text{ кВт} * 1,84)) + 7 * (7,5 \text{ кВт} * 1583 + 7,5 \text{ кВт} * 775)$.

Срок окупаемости капитальных затрат составляет:

$$\text{Сок} = \frac{\text{Сзат}}{\text{Сэкон}} = \frac{115131 \text{руб.}}{2,15 \text{ млн. руб.}} = 1 \text{ месяц.}$$

Таким образом, внедрение системы частичной утилизации теплоты конденсации холодильных машин, для отопления ледовых арен за счет тепловентиляторов, показало следующую экономию:

1. При отказе от тепла, подаваемого ГУП ТЭК для нагрева теплоносителя для тепловентиляторов ледовых арен в пользу применения системы утилизации теплоты конденсации холодильных машин получаем экономию в 1млн. 910 тыс. руб. в год.

2. Уменьшение теплового загрязнения г. Санкт-Петербурга от Учреждения на не менее чем 1746360 кВт в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ.

2. Полякова В.Ю., Калинина Т.О., Кичин К.В. Анализ энергоэффективности тепловых насосов в системах теплоснабжения по территориально-климатическому признаку / Молодой ученый. – 2016. – № 27. – С. 142–146. – URL <https://moluch.ru/archive/131/36474/>.

3. Утилизация тепловых выбросов АЭС — создание энерго-биологического комплекса. Солдатов А.И., Скотникова О.Г. МИФИ (технический университет), г. Москва.

4. Белоконь Н.И. Термодинамика, 1954, с. 117.

5. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1987. – с. 341.

6. Thermal pollution causes global warming, 2001, Bo Nordell, Lulea, Sweden.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.О. Леуш, А.В. Преснякова, Т.В. Извекова

Ивановский государственный химико-технологический университет

Загрязнение поверхностных природных вод, являющихся одним из основных источников водоснабжения населения, приобрело за последние годы масштабные размеры. Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из актуальных задач современного общества. Снижение качества питьевой воды происходит как в результате поступления в поверхностные водные источники большого количества различных химических соединений, так и при её водоподготовке и транспортировке к потребителю [1, 2]. В настоящее время все водные объекты можно рассматривать как единый комплекс, выступающий в качестве накопителя критериальных загрязнителей.

Низкое качество воды в источниках водоснабжения и водообеспечения несет потенциальную угрозу для здоровья населения. Экспертами всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) установлено, что 80 % всех заболеваний в мире в той или иной степени обусловлены неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушением санитарно-гигиенических и экологических норм водообеспечения. Единственная в настоящее время возможность количественной оценки потенциальной опасности, вызванной химическим загрязнением окружающей среды, для здоровья населения заключается в применении методологии оценки риска [1].

Целью данных исследований являлась оценка уровня химического загрязнения Увудьского водохранилища, являющегося основным источником питьевого водоснабжения г. Иваново, а также выявление возможных негативных последствий для здоровья населения при употреблении питьевой воды из системы городского водопровода.

Анализ показателей качества воды из водохранилища и из централизованной системы водоснабжения проводился по следующим показателям: рН, сухой остаток, ХПК, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , летучих галогеноуглеводородов (хлороформа, четыреххлористого углерода, 1,2-дихлорэтана, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена, 1,1,2,2-тетрахлорэтана), хлорфенолов (2,4-дихлорфенола, 2,4,6-трихлорфенола) и пестицидов (гамма-ГХЦГ, ДДТ).

По результатам исследований (табл. 1) можно сделать следующие выводы:

1) в период с 2000–2008 гг. наблюдалось превышение нормативных значений нефтепродуктов в 1,1–3 раза (диапазон концентраций НП варьируется от 0,06 до 0,17 мг/л), а в 2016–2017 гг. превышение отсутствует, отметим, что значение показателя БПК₅ практически не меняется (изменение значений лежит в пределах погрешности измерений);

2) аналогичная ситуация наблюдается и по фенолам, содержание которых в течение 2000–2008 гг. превышало допустимые уровни в среднем в 6 раз, а в 2016–2017 гг. наблюдается снижение концентраций до уровня 1 ПДК_{рх}.

Динамика изменения значений концентраций в воде НП, фенолов и БПК₅ свидетельствует о снижении содержания в воде химически трудно окисляющихся органических веществ.

3) за весь период наблюдений фиксировалось превышение допустимых норм по железу, марганцу, цинку и меди, причем за последний интервал наблюдений произошло резкое увеличение концентрации Zn, причем можно предположить, что появляются соединения Zn, способные окисляться кислородом, присоединяющим в воде, что косвенно подтверждается увеличением перманганатной окисляемости.

По остальным контролируемым показателям превышения допустимых норм не наблюдалось.

Таблица 1. Показатели качества природной воды Уводьского водохранилища

Показатели	Значение показателя в пробе (среднегодовые)								ПДК _{рх}
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2016	2017	
рН	7,6	7,65	7,93	7,6	7,57	7,8	8,0	8,0	6-8,5
ПО, мг О ₂ /л	8,9	10,3	7,3	6,2	6,6	6,5	9,2	10,5	15
БПК ₅ , мг О ₂ /л	5,4	2,6	5,2	4,7	5,8	2,3	4,8	5,4	3
Раст. кислород, мгО ₂ /л	12	11,3	8,9	7,5	7,5	9,6	10,2	7,6	>6(л) >4(з)
Н/П, мг/л	0,15	0,17	0,068	0,068	0,068	0,06	<0,008	<0,008	0,05
Фенол, мкг/л	8,55	10,2	5,14	6,7	6,8	6,1	1,05	1,0	1
Mn, мг/л	0,14	0,14	0,08	0,06	0,06	0,045	0,03	0,04	0,01
Zn, мг/л	0,016	0,045	0,01	0,01	0,03	0,026	0,042	0,045	0,01
Cu, мг/л	0,008	0,006	0,004	0,007	0,007	0,003	0,005	0,004	0,001
Pb, мг/л	0,02	0,06	0,002	0,002	0,003	-	0,093	0,28	0,1
Fe, мг/л	0,88	0,74	0,54	0,87	0,47	0,26	0,105	0,38	0,1
Нитраты, мг/л	0,16	0,33	1,3	0,37	0,4	1,2	7,4	2,6	40
Нитриты, мг/л	0,13	0,22	0,16	0,1	0,06	0,02	0,012	0,06	0,08
Аммонийный азот, мг/л	0,29	0,22	0,72	0,17	0,26	0,34	0,7	0,36	0,5
Сульфаты, мг/л	29,6	21,3	17,9	38	36	10,6	8,5	47,5	100
Хлориды, мг/л	39	38,2	28,6	63,2	-	-	9,6	20,44	300

Анализ содержания хлорорганических соединений показал наличие во всех анализируемых пробах трихлорэтилена и тетрахлорэтилена, которые на территории РФ не нормируются [6], а при сравнении с европейскими стандартами, их уровни были ниже пороговых величин [6].

Аналогичные оценки были проведены для воды из системы централизованного водоснабжения г. Иваново. Результаты химического анализа легли в основу оценки величины риска проявления хронических эффектов у населения в результате употребления воды, которая составила 0,0001, что соответствует допустимому уровню [6].

По результатам анализа и систематизации данных о химическом составе воды в Уводьском водохранилище за 2016–2017 гг. были выявлены приоритетные загрязняющие вещества, к которым относятся хлорорганические соединения (хлороформ и тетрахлорметан) и тяжелые металлы (Mn²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Fe_{общ}). Динамика изменения значений контролируемых загрязняющих веществ показала, что в целом наблюдается тенденция к улучшению качества воды в водохранилище, что в первую очередь связано со снижением интенсивности сельскохозяйственной деятельности, которая в последние годы практически не осуществляется в границах водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий С.П. Проблемы загрязнения питьевой воды соединениями алюминия, железа и меди / С.П. Высоцкий, Т.И. Степаненко // Вести АДИ, № 1(18), 2016. – С. 96–104.
2. Извекова Т.В., Гриневич В.И., Костров В.В. Хлорорганические поллютанты в природном источнике водоснабжения и в питьевой воде г. Иваново // Журнал «Инженерная экология». № 3, 2003. – С. 49–54.
3. В.И. Гриневич, Т.В. Извекова, Н.А. Пластинина, Х. Шурэнцэцэг. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2009. – Т. 52. – Вып. 9. – С. 110–112.
4. Sauvant M.-P., Pepin D. Drinking water and cardio vascular disease // FoodChem. Toxicol. – 2002. – Vol. 40. – P. 1311–1325.
5. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Риски для здоровья населения в связи с потреблением питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Красноярском крае // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 65, № 5. – С. 50–54.
6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Утверждено первым заместителем Министра здравоохранения РФ, Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко от 5 марта 2004 г.).

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА ВОЛГИ НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Макарова, А.А. Спирина, Т.А. Марченко

Ивановский государственный химико-технологический университет

В России свыше 2,5 млн. малых рек. Они формируют около половины суммарного объема речного стока, в их бассейнах проживает около половины городского населения. Малые реки в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Сеть малых рек определяет своеобразие физико-химического состава воды, водных биоценозов, гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режим, а также качество воды в средних и крупных реках.

Антропогенных факторов изменения химического состава воды малых рек множество. Это поступление в реки сточных вод от промышленных предприятий, в результате которого происходят изменения состава воды и появляются специфические вещества, губительные для естественного природного фона; загрязнение удобрениями и ядохимикатами, поступающими с сельхозугодий, а также ливневыми и талыми водами урбанизированных территорий; зарегулирование стока малых рек, нарушающее их естественный гидрологический и гидрохимический режим; изъятие стока рек на местные хозяйственные нужды – орошение, водоснабжение животноводческих комплексов и др.

Основными задачами систематических наблюдений за качеством поверхностных вод являются:

- ✓ систематическое получение как отдельных, так и осредненных во времени и пространстве данных о качестве воды;
- ✓ обеспечение хозяйственных органов, а также заинтересованных организаций систематической информацией и прогнозами изменения гидрохимического режима и качества воды водоемов и водотоков, а также экстренной информацией о резких изменениях загрязненности воды.

Нормирование качества воды состоит в установлении для водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта. Правила охраны поверхностных вод устанавливают нормы качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Вещество, вызывающее нарушение норм качества воды, называют загрязняющим веществом [1].

Общим требованием к качеству воды водных объектов любой категории является не превышение фактически наблюдаемого содержания загрязняющих веществ (ЗВ) над величиной предельно-допустимой концентрации (ПДК). Так как природные воды характеризуются многокомпонентным составом, то при загрязнении воды несколькими ЗВ используются комплексные оценки качества воды [2, 3].

Существует большое разнообразие подходов при выборе основных показателей для оценки качества воды в различных регионах, однако наиболее часто используются такие как: растворенный в воде кислород, БПК₅, ХПК, фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, аммоний-ион, железо общее, медь, цинк, никель, марганец, хлориды, сульфаты [4, 5]. Данный выбор химических соединений обусловлен тем, что они относятся к разряду приоритетных загрязнителей гидросферы и их источниками в водных объектах являются не только промышленный и аграрный сектора экономики, но и хозяйственно-бытовые сточные воды [6].

Одним из наиболее достоверных методов оценки состояния водных объектов является использование комплекса гидрохимических показателей, который позволяет оценить качество поверхностных вод. Основная цель применения комплексных показателей заключается в том, чтобы получить с применением гидрохимических показателей обоснованную статистическую информацию о состоянии поверхностных вод [7].

Одним из критериев оценки состояния водных объектов являются донные отложения (ДО). ДО представляют собой сложную многокомпонентную систему и характеризуются многообразием форм. Они играют чрезвычайно важную роль в формировании гидрохимического режима водных масс и функционирования экосистемы водоемов и водотоков в целом [4]. ДО являются наиболее консервативным компонентом природных вод, конечным звеном в последовательной цепи распределения загрязняющих веществ в водной среде, содержат информацию о загрязненности и особенностях водосборного бассейна. Тем самым, ДО могут выступать в качестве индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения, так как их состав отражает биогеохимические особенности водосборных территорий [5].

Изучение состава ДО позволяет оценить не только состояние водотока в целом, но и делать прогнозы относительно его будущего. Неорганической частью донных отложений являются биогенные элементы азот и фосфор, а также металлы. Содержание тяжелых металлов играет большую роль в антропогенном загрязнении малых рек.

Для оценки загрязнения водного объекта использовались коэффициенты донной аккумуляции (КДА), концентрации химического элемента (Кс), среднего накопления химических элементов (Rх), являющегося вариантом коэффициента накопления [8], показатель санитарно-токсикологической опасности (Z_{см}) и суммарный показатель загрязнения (Zс). Исследование ДО направлено на изучение содержания химических элементов в их составе и выявлению геохимических аномалий с целью выявления источника воздействия. Работы

по оценке состояния водоема с помощью мониторинга водных объектов приводят к значительному накоплению данных.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1. Анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях исследованных рек показал отсутствие превышений ПДК почв. Однако, фоновое значение превышено во всех пробах кроме меди и никеля (кроме р. Кинешемка) в весенний период наблюдений, что говорит о явном вкладе антропогенной деятельности в эти величины. Анализ содержания нефтепродуктов выявил значительные превышения ПДК всех исследуемых рек. Особенно сильное превышение прослеживается в реках Елпать и Казоха составляет соответственно 44 и 38 раз.

2. Результаты гидрохимического анализа выявили превышение железа, меди и марганца во всех точках пробоотбора. Так же обнаружены превышение нефтепродуктов в р. Казоха.

3. Данные, полученные в результате расчета коэффициента донной аккумуляции для малых рек свидетельствует о высоком уровне загрязнения нефтепродуктами во всех реках. Также превышение КДА цинка в реках Мера Казоха и Кинешемка, что так же указывает на высокий уровень хронического загрязнения водного объекта. Значение коэффициента донной по остальным показателям указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения (повышенные концентрации в воде).

4. Расчеты степени загрязнения ДО показали; р. Елпать и р. Кинешемка имеют низкую степень загрязнения (за исключением Cd и НП, по которым степень загрязнения высокая). р. Казоха наиболее загрязнена Cd и НП. По этим показателям степень загрязнения характеризуется как значительная и высокая. р. Сунжа имеет умеренную степень загрязнения. р. Мера в целом характеризуется как умеренная

5. Значение токсикологической опасности находится в интервале $16,4 < Z_c < 308,5$ и имеет в основном очень высокий уровень техногенного загрязнения. Степень санитарно-токсикологической опасности чаще умеренная, но имеется и опасная в реках Кинешемка и Казоха в весенний период наблюдений и Елпать в осенний период наблюдений. А это означает, что многие элементы во много раз выше фона, а некоторые стабильно превышают ПДК.

6. Степень санитарно-токсикологической опасности Z_{cm} варьируется от допустимой до опасной, наихудшая картина в р. Казоха, р. Елпать и р. Кинешемка (наибольшее значение $Z_{cm} = 61,52$) в осенний период наблюдений.

7. Показатель долевого участия химического элемента в геохимической ассоциации M_c % значительный вклад вносят в основном нефтепродукты доля участия составляет от 42,2 до 92,7 % и кадмий от 5,1 до 78,6 %, а также некоторые другие металлы доля которых, значительно меньше.

Проанализировав полученные данные, по содержанию тяжелых металлов в подвижной форме донных отложений, за весенний период можно сделать вывод, что превышение фона наблюдается практически по всем исследуемым элементам за исключением Ni, Pb и Cu в р. Сунжа. Превышение ПДК почв по Cu в реке Кинешемка в 9,3 раз, по Mn в реках Елпать, Сунжа и Мера соответственно в 1,4, 1,1, 1,6 раза. Также в осенний период наблюдений было обнаружено превышение фона по Zn и Fe во всех исследуемых реках, а также Cu кроме р. Елпать, Mn и Ni кроме р. Кинешемка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
2. Смирнов Н.Н. Наблюдение над биологическими системами озер // Биологические методы оценки природной среды. М.: Наука, 1978. С. 116–122.
3. Зиганшин, И.И. Донные отложения озер Республики Татарстан: дис... канд. геогр. наук: 25.00.23 / Зиганшин И.И. – Ярославль, 2005. – 182 с.
4. Папина, Т.С. транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду «вода-взвешенные вещества-донные отложения» речных экосистем / Т.С. Папина // Аналитический обзор речных экосистем. – Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО РАН. – 2001. – 58 с. (Сер. Экология. Вып. 62).
5. Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки) / Е.П. Янин. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 51 с.
6. Марченко Т.А. и др. // Вода: химия и экология. № 11, ноябрь 2015. – С. 22–29.
7. Сибгатуллина А.М. Динамика загрязненности речной воды / А.М. Сибгатуллина, П.М. Мазуркин // Экология и промышленность России. – 2009. – № 2. – С. 48–52.
8. Sakan S.M. Trace elements as tracers of environmental pollution in the canal sediments / S.M. Sakan, D.S. Dordevic, D.D. Manojlovic // Environmental monitoring and assessment. – 2010. – V. 167. – P. 219–233.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА П.Л. ЧЕБЫШЕВА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МОРСКИХ ВОЛН В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Д.А. Молочный

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 5» городского округа Королёв (мкр. Юбилейный) Московской области

В Полном собрании сочинений П.Л. Чебышева одним из самых загадочных механизмов считается механизм №13 по фотоснимку из архива русского инженера, учёного, изобретателя, профессора Санкт-Петербургского университета. Кратко этот механизм называется «Велосипед» [1–3]. Загадка этого механизма заключается как в исторической, так и в технической области. Историческое направление исследовано в школьной научной работе, заявленной на Первые Всероссийские Музруковские чтения в городе Сарове Нижегородской области 15 февраля 2017 года. В этой работе основное внимание уделено научно-технической области изобретения русского инженера.

Практически доказанным является факт истории техники о несоответствии названия механизма его прямому назначению. П.Л. Чебышев не изобретал велосипед, а скорее, создал механизм для преобразования качательного движения во вращательное. В 19-ом веке в производство и транспорт внедрялись паровые машины, поэтому такие механизмы были очень нужны. Однако есть заметка в переписке русского инженера о возможности применить механизм «Велосипед» в инвалидной коляске, хотя для самокатного кресла П.Л. Чебышев создал и испытал другой механизм. История сложилась так, что механизм «Велосипед» был надолго забыт, демонстрировался как экспонат в Музее Санкт-Петербургского университета и одновременно стал темой для создания и многократного, законного и незаконного, перекопирования видеоролика [4].

Полтора века назад русский инженер и учёный П.Л. Чебышев изучал различные механизмы, в том числе для преобразования качательного движения во вращательное. Следовательно, первый метод исследования свёлся к анализу литературы. В Музее Санкт-Петербургского университета есть незаслуженно забытый механизм-экспонат «Велосипед» как раз для этой цели. Второй метод исследования – сборка действующего макета. Третий метод – расчёты на натурном эксперименте [5].

Прежде чем обосновать актуальность изобретения П.Л. Чебышева для современности, я изготовил действующую модель знаменитого исторического механизма, используя только проверенные достоверные источники информации [1–3]. Сайт «Механизмы П.Л. Чебышева» [3] имеет иллюстративное направление, но на этом сайте содержатся очень важные ссылки на первоисточники [1, 2]. Изучив описание механизма в обоих изданиях Полного собрания сочинений П.Л. Чебышева, я обнаружил ошибку в размере одного рычага в издании 1945 года [1], которая была исправлена И.И. Артоболевским и Н.И. Левитским в издании 1948 года. С этой ошибкой в размере рычага механизм нельзя было собрать, потому что длина двух сторон треугольника получалась меньше длины третьей стороны. После выявления правильной кинематической и механической схемы механизм был собран из дюралюминиевых прямоугольных профилей с шарнирными соединениями из шайб, винтов и гаек М8. Большое трение алюминиевых деталей требует обязательной смазки.

Механизм «Велосипед» – это плоский пятизвенный шарнирно-рычажный механизм, шестое неподвижное звено – корпус. Пять рычагов и семь цилиндрических шарниров обеспечивают механизму одну степень свободы по формуле П.Л. Чебышева. Кинематическая схема и общий вид собранного механизма «Велосипед» П.Л. Чебышева показаны на рис. 1.



Рис. 1. Кинематическая схема и общий вид собранного механизма

Колесо или наждачный круг для заточки режущего инструмента крепятся неподвижно относительно ведомого вала с двумя кривошипами на концах. Именно два механизма, соединённые воедино для работы в противофазе, сделали изобретение П.Л. Чебышева актуальным для современности. Такое соединение позволяет превратить энергию морских волн в энергию вращения маховика, а затем в электричество.

Морские волны обладают энергией, превосходящей энергию тепловых электростанций. Энергетическая мощность спокойного моря с высотой волн до 1 метра оценивается величиной 15 кВт на погонный метр длины, а при более высоких волнах, до 3–4 м, эта величина составляет до 80 кВт/м. Так как протяжённость береговой линии у России составляет 40000 км, то энергетическая мощность морей со спокойным волнением составит 600 ГВт. Даже если исключить ледовый покров северных районов протяжённостью 20000 км, то всё равно

мощность 300 ГВт почти в 40 раз превосходит мощность самой большой атомной электростанции Касивадзак-Карива в Японии. И это почти при штиле! Цель работы заключается в использовании энергии морских волн для социальных, а в будущем и для промышленных целей. В работе решается техническая задача по созданию устройства, способного преобразовывать энергию моря в электричество. С технической точки зрения задача сводится к преобразованию качательного движения поплавка на морских волнах во вращательное движение маховика или сразу ротора электрического генератора. Такая задача была актуальна два века назад при внедрении в промышленность паровых машин. В настоящее время эта задача стала актуальной в области «зелёной» энергетики без каких-либо выбросов продуктов сгорания топлива.

Два механизма в паре надо разнести на расстоянии полуволны, тогда они будут работать в противофазе, обеспечат качание ведущих коромысел тоже в противофазе, а ведомые кривошипы будут вращать маховик. Маховик может быть сразу ротором генератора, а может быть валом для соединения с генератором. Можно создать батарею «Велосипедов» П.Л. Чебышева, удаляющуюся от берега, для увеличения мощности новой альтернативной электростанции «зелёной энергетики». На рис. 2 показана схема батареи волновых генераторов



Рис. 2. Схема и расчёт характеристик батареи волновых генераторов

В работе доказано, что поплавков объёмом 1 кубометр на таком механизме может выдавать до 1 кВт мощности. Предлагаемый преобразователь не имеет мёртвых точек. Перспективное направление работы связано с созданием батареи волновых генераторов вдоль берега. Положительный эффект заключается в уменьшении волновой нагрузки на прибрежные жилые районы и в автономном применении.

Таким образом, историческое исследование доказало возможность найти новое актуальное применение известному механизму П.Л. Чебышева. Созданная действующая модель механизма, снабжённая электрическим генератором с нагрузкой, например, лампой накаливания, доказывает работоспособность предлагаемого устройства. Перспектива работы заключается в отказе от двух спаренных механизмов для упрощения схемы.

Выводы.

1. Исторический анализ забытого механизма «Велосипед» П.Л. Чебышева позволил найти новое применение изобретению русского инженера, предложенному в 19-м веке.
2. При создании волновых генераторов перспективным направлением является изучение способов преобразования качательного движения ведущих частей (поплавков) во вращательное движение маховика, например, электрического генератора. Именно такое назначение имеет механизм «Велосипед» П.Л. Чебышева.
3. Обоснована реальная возможность получить мощность 1 кВт при объёме поплавка волнового генератора 1 м³, что хорошо, и даже с большим запасом, согласуется с общепринятыми средними значениями 15 кВт/м погонной энергии морских волн при лёгком, не штормовом волнении. Даже при к.п.д. 10% до потребителя дойдёт полезная мощность 100 Вт, достаточная для зарядки аккумуляторов.
4. Для увеличения мощности волновой электростанции надо использовать батарею волновых генераторов. Например, при длине или ширине волновой электростанции 1 км мощность составит не менее 1000 кВт=1МВт с передачей потребителю не менее 100 кВт даже при общем к.п.д. установки 10%. Этого достаточно для электропитания шести квартир с современным нормативным потреблением 16 кВт. При устаревших нормативах энергопотребления 3 кВт на одну квартиру можно обеспечить энергией более 30 квартир, то есть небольшой посёлок, полностью отрезанный от линий электропередач.
5. Совершенствование волнового генератора возможно созданием способов его подстройки, в том числе автоматической, под реальную длину морской волны к конкретный период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И., Левитский Н.И. Механизмы П.Л. Чебышёва / Научное наследие П.Л. Чебышёва. – Вып. II. – Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – С. 34–35. – Эл. ресурс: <http://www.tcheb.ru/9>.
2. Артоболевский И.И., Левитский Н.И. Механизмы П.Л. Чебышёва / Научное наследие П.Л. Чебышёва. – Вып. II. – Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – С. 219–220. – Электронный ресурс: <http://www.tcheb.ru/9>.
3. П.Л. Чебышев. Механизм «Велосипед». Электронный ресурс: <http://www.tcheb.ru/9>.
4. Электронные ресурсы – копии видеоролика «Велосипед» П.Л. Чебышева: <http://www.tcheb.ru/9> (оригинал видеоролика); <https://youtu.be/g0o4FH-zFcQ> (копия видеоролика); <https://youtu.be/Нахо0o58STk> (копия видеоролика); <http://newsvideo.su/education/video/48957> (копия видеоролика).
5. Молочный Д.А. Перспектива «Велосипеда» П.Л. Чебышева в новой энергетике. Электронный ресурс: <https://youtu.be/Jf0xOFTrqYk>.

ПРОЕКТ ПО ВНЕДРЕНИЮ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВСЕВОЛОЖСКИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫЙ РАЙОН» ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. Бородин, Н.В. Середа

Северо-Западный институт управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

В Российской Федерации 2017 год был объявлен Годом Экологии, и одной из основных задач являлось повышение уровня обеспечения экологической безопасности Российской Федерации. В качестве важного шага на пути к решению данной задачи была разработана и принята Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [1]. Одним из направлений деятельности в сфере обеспечения экологической безопасности страны является совершенствование управления отходами, в том числе твердыми коммунальными отходами, с точки зрения их сбора и переработки.

В рамках углубленного изучения практической значимости грамотной утилизации отходов и необходимости решения задач по благоустройству, был проведен анализ ситуации в области обращения с твердыми коммунальными отходами на территории муниципального образования «Всеволожский муниципальный район» Ленинградской области.

Для анализа текущей ситуации в области обращения с твердыми коммунальными отходами (далее по тексту – ТКО) на территории Всеволожского района было проведено социологическое исследование.

В исследовании применялись следующие методы сбора информации:

1) массовый опрос, проведенный с 16 по 21 мая 2018 года. Выборочная совокупность (N) составила 593 человека. В опросе принимали участие жители 19-ти поселений Всеволожского района. Возраст респондентов составил: от 15 до 75 лет;

2) полевое наблюдение, в котором в качестве объекта выступили контейнерные площадки для накопления ТКО на территории МО «Щегловское сельское поселение» Всеволожского района ЛО;

3) анализ документов, среди которых: информационно-аналитический сборник «Состояние окружающей среды в Ленинградской области» [2], посвященный вопросам окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и природопользования в Ленинградской области в 2016 году; Территориальная схема обращения с отходами, база показателей муниципальных образований Федеральной службы государственной статистики; Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами ВМР; сведения о регулировании в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами населения в 4 квартале 2017 года на территории Всеволожского муниципального района; договор на оказание услуг по сбору и транспортированию ТКО ООО «Вереск». Также был проведен анализ средств массовой информации, среди которых независимое интернет-издание «47-news», официальные сайты предприятий-переработчиков вторичного сырья на территории Всеволожского района, группы в социальной сети «Вконтакте» местных сообществ Всеволожского района. Выявлено, что по состоянию на май 2018 года в муниципальных образованиях ВМР осуществляется только общий сбор (накопление) и транспортирование отходов. Раздельный сбор ТКО осуществляется в стационарных пунктах, а также в ходе экологических акций. 15,1 % опрошенных регулярно практикуют раздельное накопление отходов; 62,6 % готовы накапливать отходы раздельно при наличии соответствующей инфраструктуры. Пункт приема вторичного сырья можно найти на интерактивной карте «Recyclemap: Карта раздельного сбора отходов» [3].

Результат опроса показал, что только 12,5 % респондентов сдают опасные отходы на территории своего поселения, остальные либо не сдают, либо сдают на территории других поселений.

Среди причин, по которым жители Всеволожского района не сдают опасные отходы в специальные пункты накопления, были названы три основные: отсутствие специальных мест накопления в поселении, отсутствие понятия об опасных отходах, безразличное отношение к последствиям неправильной утилизации.

Таким образом, по результатам исследования были выявлены и обобщены следующие недостатки в области обращения с твердыми коммунальными отходами на территории муниципального образования «Всеволожский муниципальный район» Ленинградской области:

- 1) ненадлежащее состояние контейнерных площадок накопления твердых коммунальных отходов;
- 2) отсутствие бункеров и специализированных площадок для складирования крупногабаритного мусора, порождающее возникновение несанкционированных свалок данного вида отходов;
- 3) отсутствие договоров с операторами по сбору и транспортированию ТКО у значительной части жителей частного сектора;
- 4) систематическое несанкционированное размещение отработанных автомобильных шин на территории Всеволожского района;
- 5) низкая степень осведомленности населения Всеволожского района о функционировании пунктов приема опасных отходов; преобладание общего сбора ТКО, тормозящее развитие утилизации.

В результате был предложен проект по внедрению раздельного сбора твердых коммунальных отходов на территории муниципального образования «Всеволожский муниципальный район» Ленинградской области.

Раздельный сбор отходов (с 1 января 2019 – раздельное накопление отходов) – сбор отходов, предусматривающий разделение по видам и составу в целях дальнейшей утилизации. По мнению ученых, именно раздельный сбор отходов в местах их образования (в том числе в жилых помещениях) – наиболее перспективный путь для их максимального вовлечения в переработку [4].

Основываясь на статистических данных и личной беседе (проведённом интервью) с эко-активистами, можно сделать вывод о том, что деятельность по развитию раздельного сбора отходов положительно оценивается жителями поселений. Согласно результатам опроса, более 70 % респондентов считает необходимым внедрение обязательного раздельного сбора отходов на территории Всеволожского района, так как именно раздельный сбор является верным путем к переработке и утилизации ТКО. 62,6 % опрошенных готовы накапливать отходы раздельно при наличии соответствующей инфраструктуры.

Инфраструктура по раздельному сбору отходов на территории Всеволожского района постепенно развивается путем взаимодействия эко-активистов с социально-ответственными в сфере охраны окружающей среды коммерческими организациями, осуществляющими сбор и переработку вторичного сырья. Необходимым условием осуществления раздельного накопления отходов является установка и обслуживание контейнерных площадок, предусматривающих наличие контейнеров разного цвета для каждой фракции вторичного сырья, а также контейнер для прочих (не перерабатываемых) ТКО. Целесообразно осуществлять установку контейнеров за счёт операторов по сбору и транспортированию отходов, осуществляющих данные виды деятельности на соответствующей территории, по согласованию с Региональным оператором и оператором по обработке отходов. Содержание контейнерных площадок, в соответствии с действующим законодательством, является обязанностью органов МСУ МО.

Следует обратить внимание, что 20,6 % опрошенных не готовы практике раздельного сбора отходов по двум причинам:

- 1) низкий уровень экологической культуры населения – 57%;
- 2) сложность домашнего раздельного накопления ТКО (занимает много времени и места) – 43%.

Для упрощения домашнего разделения накопления ТКО Региональному оператору необходимо разработать единый макет контейнера, удовлетворяющий следующим требованиям:

- компактность;
- количество отсеков, равное количеству контейнеров на контейнерной площадке раздельного сбора ТКО;
- соответствие цветов отсеков по фракциям цветам контейнеров на контейнерной площадке.

В исследовании автор предлагает собственный проект контейнера для домашнего накопления ТКО (рис. 1).

Массовое распространение таких контейнеров на территории каждого муниципального образования 1-го уровня можно осуществить на мероприятиях по экологическому просвещению или общепоселенческих праздниках. Например, на лекцию о правильном разделении отходов органы местного самоуправления при содействии Регионального оператора приглашают представителей коммерческих организаций, осуществляющих производство или поставку таких контейнеров. Таким образом, население будет знать о том, что раздельное накопление может быть удобным, и людям не нужно будет тратить время на поиск оптимального решения по данному вопросу. На большом общерайонном или областном празднике, например, день рождения города, посёлка, где ежегодно осуществляется продажа различных товаров коммерческими организациями, можно создать дополнительную площадку – «ЭкоЯрмарку». На такой площадке может осуществляться продажа подобных домашних контейнеров производителем или поставщиком. В обоих вариантах необходимы афиши и раздаточный материал.

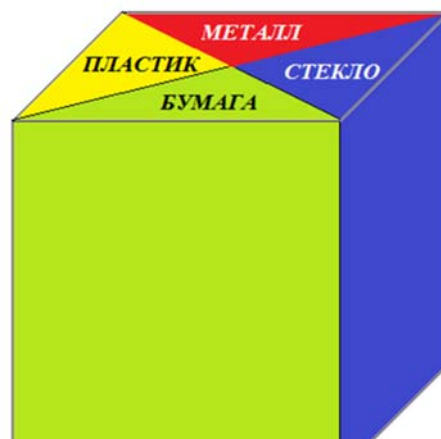


Рис. 1. Схематическое изображение макета контейнера для домашнего накопления ТКО

ЛИТЕРАТУРА:

1. Указ Президента РФ от 19.04.2017 N 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» // СПС Консультант Плюс.
2. Андреев Е.Л. Состояние окружающей среды в Ленинградской области / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. – СПб.: Свое издательство, 2017. – 306 с.
3. Санкт-Петербург // Recyclemap: Карта раздельного сбора отходов. – URL: <http://recyclemap.ru/spb> (дата обращения: 21.05.2018).
4. Коршенко А., Ершова Т., Гафорова Е. Комплексный подход в сфере обращения с отходами // Государственная служба. – 2015. – № 1. – С. 106–109.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ СЖИГАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

М.В. Сучкова

Санкт-Петербургский горный университет

Одной из наиболее актуальных проблем для таких крупных мегаполисов, как Санкт-Петербург, является вопрос обезвреживания и утилизации постоянно растущего количества отходов в условиях ограниченной вместимости объектов их размещения. Так, деятельность городских канализационных очистных сооружений не ограничивается исключительно очисткой сточных вод. Важной составляющей также является обработка и утилизация образующихся осадков (ОСВ). В условиях мегаполиса объем коммунальных сточных вод исчисляется миллионами, а количество осадков – тысячами кубометров в сутки.

В соответствии с Директивой Совета 86/278/ЕЕС от 12.06.1986 «О защите окружающей среды и в особенности почв при использовании в сельском хозяйстве осадков сточных вод» в странах Европейского союза в 2005 г. ОСВ были использованы следующим образом: 52 % — в сельском хозяйстве, 38 % — сожжены, 10 % — складированы [1].

Основные задачи, поставленные перед современными технологиями, заключаются в уменьшении объема осадков и в последующем превращении их в безвредный продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды. В настоящее время с целью снижения объемов образования отходов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» использует сжигание осадков сточных вод в печах кипящего слоя. Несмотря на то, что данная технология позволяет сократить объем осадка в десять раз, годовые объемы образуемой при этом золы все еще достаточно велики и составляют около 50 тыс. тонн. Возможные пути ее утилизации: использование в сельском хозяйстве, в процессах рекультивации нарушенных земель или в качестве компонента в строительных материалах.

Однако при воздействии на отход кислой среды возможен переход тяжелых металлов в более растворимую форму и их миграция в окружающую среду. Так, вследствие повышенного содержания тяжелых металлов в золе сжигания осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», надзорные органы в настоящее время запрещают ее полезное использование, несмотря на установленный IV класс опасности отхода.

Работа посвящена решению актуальной проблемы утилизации золы сжигания осадка сточных вод городских канализационных очистных сооружений с перспективой использования отхода в народном хозяйстве. Цель работы – разработка способа рекультивации нарушенных земель с использованием отходов городских очистных сооружений. Объектом исследования является зола сжигания осадков сточных вод Юго-Западных очистных сооружений ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», предмет исследования – возможность использования золы в качестве полезного компонента.

Актуальность исследования состоит в том, что в настоящее время ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» активно заинтересован в решении вопроса утилизации золы. По данным Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 11.12.2013 N 989 «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года (с изменениями на 25 сентября 2015 года)», в результате деятельности трех заводов сжигания осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в городе образуется около 50 000 т/год золы сжигания осадка, которая в полном объеме вывозится на полигоны складирования. В ведении ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» находятся полигоны «Волхонка-2» (на текущий момент закрыт для ввоза отходов) и «Северный». Наличие полигонов для складирования осадка в границах Санкт-Петербурга в непосредственной близости от жилых кварталов является существенной экологической проблемой, при этом объем заполнения полигона «Северный» составляет более 91 процента от проектной мощности, что оказывает негативное влияние на окружающую среду. Прекращение вывоза золы на полигон и возможная утилизация уже складированного отхода позволит не только освободить часть площадей объекта, но и снизить негативное воздействие объекта на окружающую среду в будущем. Утилизация же золы на практике возможна лишь после принятия мер по снижению содержания в ней тяжелых металлов.

Научной новизной работы является разработка органоминеральной смеси на основе золы сжигания осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» с перспективой полезного использования в процессе благоустройства городских территорий, а также с учетом возможности ее дальнейшего использования при проведении рекультивационных работ.

Работа выполняется с использованием комплекса методов исследований, включающего системный анализ проблемы на основе исследований российских и зарубежных ученых, патентно-информационный анализ, лабораторные методы изучения состава и свойств золы сжигания осадка сточных вод. Проект реализован на основе лабораторной и экспериментальной базы аккредитованного Научно-образовательного центра Горного университета с использованием уникального оборудования Центра коллективного пользования Горного университета.

Для оценки степени загрязненности золы тяжелыми металлами необходимо установить их содержание в пробе и соответствие нормативам качества. На основе полученных методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре модели ААС-7000 производства компании Shimadzu (Япония) (в соответствии с методикой [3]) данных зафиксированы превышения соответствующих нормативов для следующих металлов: Zn (7,9 ОДК), Pb (6,3 ПДК), Cu (3,7 ОДК). По итогам исследований было подтверждено отнесение отхода к IV классу

опасности при помощи программного обеспечения «Расчет класса опасности отходов 2.0» (с) ИНТЕГРАЛ 2001-2003 в соответствии с [5]. Результаты биотестирования водной вытяжки отхода по методике [4] подтверждают отнесение золы к IV классу опасности согласно [5].

Известны следующие способы удаления тяжелых металлов из золы сжигания осадка сточных вод на различных этапах технологического процесса очистки: на стадии очистки сточных вод, на стадии образования осадка сточных вод, а также непосредственно для золы, размещенной на полигонах складирования.

Способы дополнительной очистки сточных вод от примесей тяжелых металлов требуют введения в эксплуатацию дополнительных элементов очистных сооружений и рассчитаны на промышленные концентрации тяжелых металлов в сточных водах.

Способы очистки осадка сточных вод от тяжелых металлов требуют дополнительной реагентной или реагентно-биологической обработки осадка, что подразумевает необходимость обеспечения очистных сооружений установками хранения и дозирования реагента.

Наиболее приемлемыми методами в настоящее время представляются способы снижения концентрации тяжелых металлов в золе, размещенной на полигонах складирования, поскольку это не требует вмешательства в технологическую схему очистки сточных вод на очистных сооружениях. Рассмотренные способы относятся к биологической очистке почв и подразумевают проведение фиторемедиации загрязненных площадей, что включает засев загрязненного почвогрунта семенами растений, способных к аккумуляции тяжелых металлов, с последующим многократным скашиванием их на стадии вегетационного периода, высушиванием и удалением с поверхности почв.

В соответствии с [2] производился расчет допустимых доз внесения металлов в почву Ленинградской области, исходя из их содержания в золе сжигания. Из полученных расчетных данных следует, что содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте почвы при внесении полезного компонента не будет превышать значений нормативно допустимых показателей из расчета 28,53 т золы/га в год.

Экономический эффект от внедрения результатов теоретических и научно-практических разработок на объектах ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и в крупных мегаполисах определяется с учетом следующих аспектов.

Зола сжигания осадка сточных вод может быть использована в качестве полезного компонента почвосмеси в качестве удобрений II группы: для посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, для рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, полигонов твердых коммунальных отходов. Все перечисленные направления являются чрезвычайно актуальными в условиях мегаполиса. В перспективе использование продукции обладает как значительным ресурсосберегающим эффектом – за счет снижения объемов исходного грунта, требующегося для процессов рекультивации, и утилизации отхода, так и экономическим эффектом, поскольку стоимость почвосмеси с использованием отхода значительно ниже рыночной стоимости грунта.

Дальнейшее направление исследований предполагает проведение эксперимента по выращиванию растений-аккумуляторов на основе почвосмеси с использованием золы и оценки эффективности данного способа рекультивации. Предварительные экспериментальные испытания установили наличие положительного влияния золы как полезного компонента почвосмеси на рост и развитие растений.

Очистка золы сжигания осадка сточных вод от тяжелых металлов и поиск способа ее полезного использования объявлены одними из приоритетных научных тем по вопросам ведения Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга. Дальнейшие исследования предполагается направить на разработку состава почвосмеси на основе золы сжигания осадка сточных вод и на оценку эффективности ее использования при проведении рекультивационных работ. Управление осадком сточных вод является неотъемлемой частью работы любых современных очистных сооружений водоотведения: важно не терять содержащиеся в осадке биогенные элементы, использовать его в качестве материала и источника энергии и распоряжаться им эффективно.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Healy M.G., Clarke R., Peyton D., Cummins E., Moynihan E.L., Martins A., Béraud P., Fenton O. (2015). Resource recovery from sewage sludge. Sewage Treatment Plants: Economic Evaluation of Innovative Technologies for Energy Efficiency (eds. Katerina Stamatelatos, Konstantinos P. Tsagarakis), London, UK: IWA Publishing.
- 2 ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия.
- 3 М-МВИ-80-2008. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии.
- 4 ПНД Ф Т 14.1:2.4.10-04. Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления.
- 5 Приказ от 4 декабря 2014 года N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Тюканова, Т.А. Марченко, А.А. Спирина, Т.В. Извекова
Ивановский государственный химико-технологический университет

В мировой практике методу биотестирования (из числа биологических методов) все больше отводится роль комплексного исследования загрязнения, результатом которого является сигнальная информация о степени токсичности водного объекта.

В настоящее время состояние малых рек Ивановской области, в результате возросшей антропогенной нагрузки на них, оценивается как катастрофическое. Многие реки измельчали или оказываются на пороге исчезновения. Ухудшение качества воды в поверхностных водотоках и, как следствие, снижение запасов питьевой воды, является одной из глобальных экологических проблем.

Поэтому исследование вод и донных отложений рек важно с точки зрения изучения их токсического действия, так как известна общая тенденция – распределение токсикантов в водной среде и аккумуляция их в донных отложениях.

Целью данной работы является оценка экологического состояния малых рек Ивановской области (Горьковское водохранилище).

В качестве объектов исследований были выбраны 5 малых рек Ивановской области: Сунжа, Мера, Казоха, Кинешемка и Ёлнать.

Биотестирование – это процедура установления токсичности среды с помощью тест-организмов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-организмов. Тест-организм – специально выращенный в контролируемых условиях организм, наиболее чувствительный для данного вида биологического контроля. Для оценки параметров среды используются стандартизованные реакции живых организмов [1].

В данной работе было использовано два метода биотестирования, а именно, методика биотестирования по гибели одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer [2] и методика биотестирования по гибели ракообразных *Daphnia Magna* Straus [3]. Эти методы нашли наиболее широкое применение, поскольку данные тест-организмы легко культивируются, а также обладают высокой чувствительностью к токсикантам различной природы.

Методы биотестирования относятся к качественному анализу. Биотестирование лишь отвечает на вопрос: «токсично» или «нетоксично». Степень же токсичности можно определить методом разбавления исследуемой пробы – во сколько раз следует разбавить токсичную пробу, чтобы она стала нетоксичной. Такой подход дает возможность сравнивать степень опасности различных проб между собой [4]. Метод биотестирования позволяет определить интегральную токсичность, обусловленную совокупностью всех присутствующих в пробе опасных химических веществ и их метаболитов [5]. Кроме того, биотестирование может быть использовано для оценки свойств растворов с неизвестным и непостоянным составом. Поэтому использование метода биотестирования необходимо на первом этапе мониторинга природных вод, так как если качество воды соответствует требованиям нормативной документации, то прибегать к химическим анализам нет необходимости. Напротив, если биотестирование не дало положительных результатов, тогда необходимы дополнительные исследования, которые покажут причину этого явления.

По результатам биотестирования пробы природных вод являются слаботоксичными и не оказывают острого токсического действия. Реки Казоха, Кинешемка и Ёлнать обладают хронической токсичностью. Донные отложения исследуемых рек не оказывают острого токсического действия, кроме проб реки Казоха.

В ходе выполнения работы была проведена оценка потенциальной токсичности (ПТ). Расчет ПТ производился согласно данным гидрохимических экспериментов, в ходе которых определялись концентрации загрязняющих веществ (БПК, ХПК, нефтепродукты, NO^{2-} , NO^{3-} , NH^{4+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cu , Mn). Расчет ПТ производился по формуле:

$$\text{ПТ} = \sum (C_i / \text{ПДК}_i).$$

При расчете потенциальной токсичности было выявлено, что наиболее потенциально токсичными являются пробы воды рек Казоха и Кинешемка (табл. 1) и донные отложения рек Казоха и Ёлнать.

Таблица 1. Потенциальная токсичность проб воды исследуемых рек за разный период времени

№ п/п	Исследуемая проба	Потенциальная токсичность (расчет) 2017 год	Потенциальная токсичность (расчет) 2015 год	Потенциальная токсичность (расчет) 2014 год
1	Мера	24,3	28,5	17,5
2	Сунжа	25,3	32,2	19,5
3	Казоха	32,3	38,4	21,2
4	Кинешемка	28,4	28,3	18,8
5	Ёлнать	23,1	20,9	21

Двенадцатый Всероссийский Форум «Наука и инновации в технических университетах»

Сравнительный анализ показал, что ПТ исследуемых рек значительно увеличилась в 2015 году по сравнению с 2014 годом. Однако за период с 2015 года по 2017 год наблюдается снижение ПТ в реках Мера, Сунжа и Казоха, в р. Кинишемка ПТ сохранилась на том же уровне, а в р. Ёлнать увеличилась. Можно предположить, что это обусловлено изменением таких показателей как $Fe_{\text{общ}}$, Cu , Mn , и XPK .

Гидрохимический индекс загрязненности воды рассчитывается по формуле:

$$ИЗВ = \frac{(C_i / ПДК_i)}{N}$$

где C_i – концентрация компонента (значение параметра); N – число показателей, используемых для расчета индекса; $ПДК_i$ – установленная величина для соответствующего типа водного объекта. По результатам расчёта ИЗВ (см. табл. 2) вода во всех исследуемых реках является загрязнённой.

Таблица 2. Величина ИЗВ исследуемых проб воды за 2017 г.

Река	ИЗВ	Характеристика реки
Мера	2,7	Загрязненная
Сунжа	2,8	Загрязненная
Казоха	3,6	Загрязненная
Кинишемка	3,2	Загрязненная
Ёлнать	2,6	Загрязненная

УКИЗВ является наиболее информативной комплексной оценкой. Его значение может варьироваться в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени из загрязненности: 1-й класс – условно чистая; 2-й класс – слабо загрязненная; 3-й класс – загрязненная; 4-й класс – грязная; 5-й класс – экстремально грязная.

Расчет УКИЗВ производится по формуле:

$$S'_j = S_j / N_j$$

где S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j – число учитываемых в оценке компонентов.

Таблица 3. Величины УКИЗВ, класс и разряд качества в пробах воды малых рек Ивановской области

Название Реки	УКИВЗ	Класс и разряд качества воды
Ёлнать	2,32	3-й класс, разряд «а», загрязненная
Мера	2,83	3-й класс, разряд «б», очень загрязненная
Кинишемка	2,97	3-й класс, разряд «б», очень загрязненная
Казоха	3,8	4-й класс, разряд «а», грязная
Сунжа	1,41	3-й класс, разряд «а», загрязненная

Как видно из представленных данных (см. табл. 3), реки Мера и Кинишемка являются очень загрязнёнными, Ёлнать и Сунжа загрязнённые, а р. Казоха – грязной. Основной вклад в загрязнение всех рек вносят соединения железа и марганца, повышенное содержание которых связано с естественным фактором, поскольку почвы на территории Ивановской области преимущественно дерново-подзолистые с повышенным содержанием этих соединений, а для рек Казоха и Кинишемка дополнительный вклад в загрязнение вносит медь, присутствие соединений которой вероятнее всего вызвано антропогенной деятельностью [6].

Результаты биотестирования и расчетные показатели в данной работе отличаются, так как при проведении анализа в биотестировании исследуется воздействие всех загрязняющих веществ в целом, а при расчете ПТ, ИЗВ, УКИВЗ берется лишь ряд веществ, оказывающих наиболее сильное воздействие и содержащиеся в наибольших количествах.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <http://lektsii.com/2-99551.html> [Электронный ресурс] Биотестирование (дата обращения: 23.09.2018).
2. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. – М., 2014. – 36 с.
3. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06. Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. – М., 2014. – 39 с.
4. Жмур Н.С. Применение методов биотестирования в России и в мире // Методы оценки соответствия. 2012, вып. № 2. – С. 22–26 // Стандарты и качество.

5. URL: https://vuzlit.ru/742874/biotestovyy_metod_opredeleniya_toksichnosti_veschestv [Электронный ресурс] Биотестовый метод определения токсичности веществ (дата обращения: 23.09.2018).

6. А.А. Гушин, Т.А. Марченко, Т.В. Извекова, В.И. Гриневиц. Методы оценки качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей на примере рек Ивановской области // Вода: химия и экология. – № 11. – С. 22–29.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА Г. ИВАНОВО

С.С. Удальцова, М.С. Герасимова, К.Е. Баженова

Ивановский государственный химико-технологический университет

В настоящее время большое значение имеет исследование загрязнения окружающей среды разнообразными поллютантами, среди которых важное место занимают тяжелые металлы, являющиеся наиболее токсичными среди химических элементов. Тяжелые металлы аккумулируются в депонирующих средах, к числу которых относятся почва и снеговой покров, и образуют техногенные ореолы и потоки рассеивания [1]. Тяжелые металлы (ТМ) относят к числу приоритетных групп загрязнителей, подлежащих эколого-аналитическому мониторингу. Многие тяжёлые металлы являются опасными для живых организмов. В России разработаны нормативные документы, в соответствии с которыми по степени опасности ТМ разделяют на три группы [2, 3]:

- 1 – As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn, F;
- 2 – B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr;
- 3 – Ba, V, W, Mn, Sr.

Целью данной работы являлась оценка содержания ТМ и установление степени загрязнения снежного покрова на территории г. Иваново.

Пробы снега отбирали в марте (т.е. в то время, когда установился устойчивый снежный покров и наблюдались обильные снегопады). Для отбора проб снежного покрова использовали стандартный снегомер, посредством которого вырезали отдельные керны в точках снегомерного маршрута, вырезанные на полную глубину залегания снежного покрова без захвата частиц грунта. В каждой точке за указанный период было отобрано и проанализировано не менее 3 проб снега. Образцы снежного покрова были отобраны со всей территории г. Иваново, для чего вся площадь города была разбита на 12 квадратов, в каждом из которых отбиралось от 3 до 5 проб. За весь период наблюдения был проведен анализ 51 пробы снега.

В ходе работы был осуществлен контроль содержания следующих тяжелых металлов в снежном покрове: Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Mn. Выбор именно этих ТМ обусловлен тем, что они характерны для контролируемых территорий (г. Иваново), что связано с каналами поступления в окружающую среду (промышленными предприятиями, автотранспортом и объектами энергетики).

Выбор снежного покрова в качестве объекта исследования связан с тем, что уровень его загрязнения считается удобным методом, дающим возможность оценить уровень техногенной нагрузки на окружающую среду городов и здоровье проживающего в них населения [4]. Исследования показывают, что в снежном покрове, а далее в почве аккумулируется значительная доля загрязняющих веществ (ЗВ) техногенного происхождения. Массовые доли ЗВ в талой воде зачастую на порядки выше, чем в атмосферном воздухе. Такая ситуация складывается благодаря двум процессам: влажной седиментации элементов при появлении снежинок в облаках и последующему выпадению их в качестве осадков и сухому осаждению из атмосферы [5]. Снег представляется исследователям как отличный естественный резервуар ЗВ, мигрирующих атмосферным путем [6].

Естественный процесс аккумуляции поллютантов в снежном покрове определяет возможности его использования для геохимической оценки загрязнения, выявлять зоны с различной степенью загрязнения вокруг городов и промышленных районов, проводить интегральные оценки загрязнения различных экосистем за длительные временные периоды [5].

Определение концентрации ТМ осуществлялось методами инверсионной вольтамперометрии и электротермической атомно-адсорбционной спектроскопии. Для определения достоверности, полученные результаты были подвергнуты обработке методами статистического анализа, а также осуществлено сравнение полученных данных с имеющимися для территории центрального федерального округа. Все полученные данные геокартированы, т.е. построены карты пространственного распределения загрязняющих веществ, а, следовательно, и качества компонентов ОС, что позволит выявить наиболее загрязненные и экологически неблагоприятные участки г. Иваново и Ивановской области. На основе полученных данных возможно осуществлять прогнозные оценки изменения качества компонентов окружающей среды в перспективе.

Для критериальной оценки концентраций ТМ в талой воде использовались предельно допустимые концентрации водных объектов. В связи с тем, что объект исследования находится в черте города, то требования к нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ (ПДК) принимались для водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового водопользования (ПДКв) и рыбохозяйственного назначения (ПДКрх).

В ходе работы было установлено, что в талой воде превышения (ПДКрх) наблюдались по всем контролируемым металлам, кроме никеля.

С экологической точки зрения наибольший интерес представляет анализ содержания ЗВ в твёрдой фазе снега (взвеси талой воды), в которой, как правило, содержится большая часть ТМ техногенного происхождения.

Также с целью определения основных путей поступления загрязнителей, было проведено сопоставление значений концентраций ТМ в фильтрате талого снега и в почве. Анализ пылевой фракции снега показал, что максимальное содержание характерно только для цинка и марганца. Также необходимо отметить, что вклад ТМ, присутствующих в пылевой фракции, в суммарное загрязнение почвенного покрова составил не более 20 % от общего загрязнения.

Наблюдаемое превышение ПДК для меди в талой воде и почве говорит, что основным каналом поступления Си в почву являются атмосферные выпадения. Для других поллютантов данная закономерность не прослеживается.

Полученные данные позволяют утверждать об отсутствии тенденции к росту концентраций тяжёлых металлов в почве на исследуемой территории. Принос ТМ с твёрдой фазой снега в почву составляет примерно пятую часть от общего содержанию в почве. Кратность превышения содержания химического компонента над его содержанием в аналогичных условиях на фоновом участке характеризуется коэффициентом концентрации химических элементов (Кс). Значения величины Кс по контролируемым ТМ варьируется в диапазоне от 2 до 11, что говорит о повышенной антропогенной нагрузке на исследуемые территории, что неблагоприятно может сказываться на здоровье придающего в близко расположенной жилой зоне населения.

Таким образом, по результатам исследования проведена оценка уровня загрязнения снежного покрова в г. Иваново с использованием различных экологических критериев. Определены критериальные загрязнители снежного покрова. Установлено, что наиболее вероятным источником поступления тяжелых металлов на территории города является автомобильный транспорт, вклад топливно-энергетического комплекса должен быть существенно меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко В.Н, Назаров И.Н., Фридман Ш.Б. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
3. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1999. – 26 с.
4. Д.В. Машкин, А.А. Гуцин, Т.В. Извекова, Ю.Г. Боровова. Опыт использования снежного покрова в качестве универсального показателя загрязнения урбанизированных территорий. Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – Т. 18. – 2016. – С. 58–73.
5. Систер В.Г. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период / В.Г. Систер, В.Е. Корецкий. – М.: Изд-во МГУЭИ, 2004. – 159 с.
6. Sakai H. The presence of heavy metals in urban snow / H. Sakai, T. Sasaki, K. Saito // Environmental science, Hokkaido, Journal of the Graduate School of Environmental Science. – 1985. – Vol. 9. – P. 141–149.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФАРМПРЕПАРАТЫ, В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Р.Н. Чугунов, Е.Ю. Квиткова, А.А. Гуцин

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В связи с ростом востребованности населения планеты в различных лекарственных препаратах (в том числе антибиотиков), все чаще стали появляться сведения об их обнаружении в компонентах окружающей среды, в частности в водных объектах. Концентрации этих соединений могут быть незначительны, однако даже микроколичества таких веществ могут нанести серьезный вред биоте и человеку. Поэтому вопрос очистки воды от этих соединений стоит очень остро.

Как правило, традиционные методы очистки оказываются малоэффективны в отношении целого ряда фармпрепаратов и их метаболитов. Среди перспективных методов очистки стоков от трудноокисляемых соединений все большее применение находят методы, использующие продвинутое окислительные процессы (advanced oxidation processes). К последним относится и диэлектрический барьерный разряд (ДБР), который в последнее время все чаще используется в технике защиты окружающей среды. Ранее нами были получены результаты, показывающие высокую эффективность разложения 2,4-дихлорфенола, присутствующего в воде, в плазме ДБР [1].

В данной работе представлены результаты экспериментов, показывающих возможность обезвреживания в ДБР фармсодержащих стоков на примере водных растворов тетрациклина.

Эксперимент проводился на установке, основным элементом которой служил плазмохимический реактор (рис. 1). Наружная трубка реактора была изготовлена из молибденового стекла (внутренний диаметр – 23 мм,

длина – 450 мм). Для подачи плазмообразующего газа и удаления газообразных продуктов в стеклянный корпус реактора были вварены два патрубка на расстоянии 320 мм друг от друга. Разрядное устройство герметично закрывалось крышками, выполненными из ПТФЭ, по центру которых был укреплен неизолированный электрод (\varnothing 10 мм), изготовленный из алюминиевого сплава. Через отверстие во внутреннем электроде обрабатываемый раствор поступал непосредственно на слой пористого гидрофильного материала, покрывающего центральный электрод. Объемный расход раствора, подаваемого на очистку, варьировался от 0,02 до 0,3 мл/с (время контакта раствора с разрядной зоной изменялось от 1,5 с до 9 с).

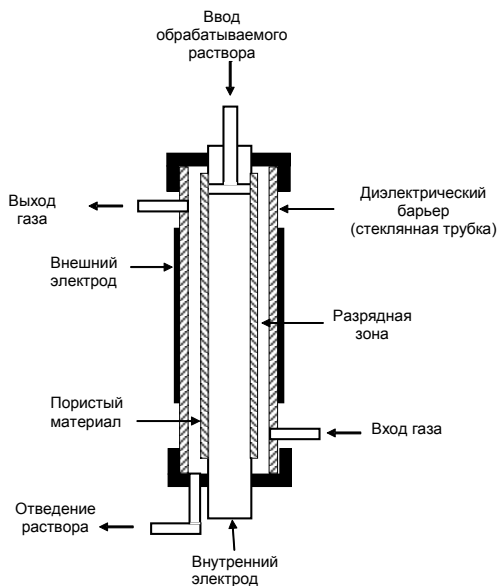


Рис. 1. Схема реактора ДБР

Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора, значение переменного напряжения между электродами составляло 9,5 кВ ($f = 50$ Гц).

Обработке в ДБР подвергались модельные водные растворы тетрациклина с начальной концентрацией 0,042–0,218 ммоль/л (0,02–0,1 г/л). Для приготовления модельного раствора использовали таблетки тетрациклина (производство ПАО «Биосинтез» г. Пенза), с содержанием активного вещества (тетрациклина гидрохлорид) 100 мг на 1 таблетку.

Содержание тетрациклина в пробах контролировалось фотометрическим методом [2]. Определение концентрации формальдегида проводилось флуориметрическим методом (реакция с 1,3-циклогександионом в присутствии ионов аммония) [3], определение концентрации карбоновых кислот проводилось фотометрическим методом (реакция с м-ванадатом аммония) [4], определение концентрации оксидов углерода в газовой фазе проводилось хроматографическим методом [5].

Выявлено, что степень деструкции тетрациклина в ДБР в рассматриваемом диапазоне начальных концентраций достигает 75–89 %. Анализ кинетических зависимостей позволил оценить эффективные константы скорости разложения тетрациклина, рассчитать скорости процесса и энергетический вклад ДБР в процесс разложения тетрациклина (табл. 1).

Таблица 1. Скорости, эффективные константы скорости и энергетический вклад в процесс разложения тетрациклина

Начальная концентрация тетрациклина в растворе, ммоль/л	Эффективная константа скорости разложения, с ⁻¹	Скорость разложения, мкмоль/л·с	Энергетический выход, молекул / 100 эВ
0,042	0,81 ± 0,06	11,8	0,020
0,108	0,41 ± 0,03	16,7	0,038
0,218	0,21 ± 0,02	16,7	0,056

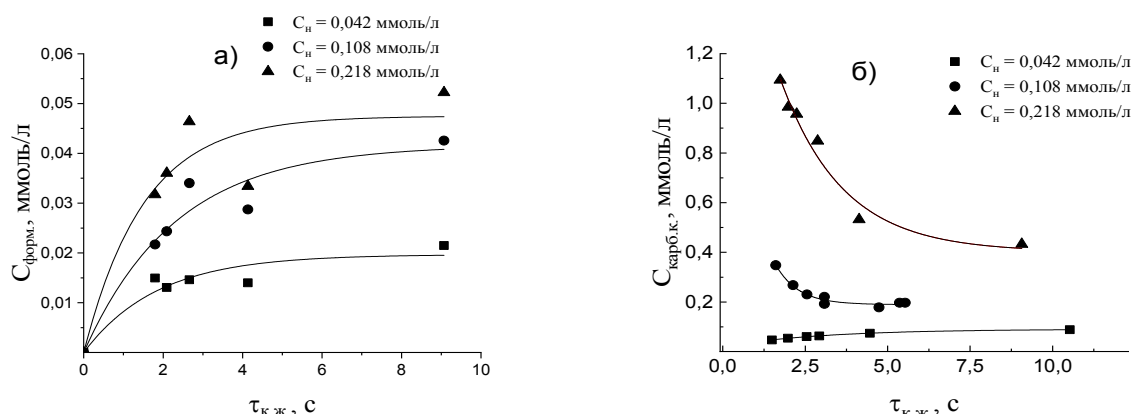


Рис. 2. Кинетика образования альдегидов (а) и карбоновых кислот в пересчете на уксусную кислоту (б) при разложении тетрациклина в ДБР

Приведённые величины энергетических выходов сопоставимы с результатами, полученными при обработке раствора фенола (0,42–1,03 молекул/100эВ) и 2,4-дихлорфенола (0,05–0,17 молекул/100 эВ) в ДБР в рассматриваемом диапазоне концентраций.

После обработки модельных растворов тетрациклина в ДБР на выходе из разрядного устройства в качестве основных продуктов разложения исходного соединения регистрировались карбоновые кислоты и формальдегид

в жидкой фазе, а также СО и СО₂ в газовой фазе. Судя по характеру кинетических кривых (рис. 2) карбоновые кислоты являются промежуточными, а альдегиды конечными продуктами разложения тетрациклина.

Также к конечным продуктам деструкции тетрациклина относятся СО и СО₂, которые регистрировались на выходе из реактора в газовой фазе. Установлено, что при увеличении начальной концентрации тетрациклина выход диоксида углерода снижается. Также было установлено, что при уменьшении начальной концентрации тетрациклина доля углерода, перешедшего в конечные продукты деструкции (СО и СО₂), существенно увеличивалась и достигала 70 %.

Для оценки экологической целесообразности использования ДБР в качестве метода очистки была проведена исследования токсичности растворов тетрациклина до и после обработки методом биотестирования. В качестве тест-организмов использовались ракообразные *Daphnia Magna* и пресноводные рыбы *Poecilia Reticulata Peters* (гуппи) [6]. Результаты биотестирования исследуемых растворов тетрациклина показали, что после обработки их в ДБР наблюдается снижение токсичности, о чем свидетельствует увеличение летального времени (в 1,2–1,8 раза) для всех начальных концентраций исследуемого вещества.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что ДБР может быть использован в качестве одной из ступеней очистки воды от фармацевтических препаратов, в частности, тетрациклина.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).

ЛИТЕРАТУРА

1. Gushchin, A.A. Destruction Kinetics of 2, 4 Dichlorophenol Aqueous Solutions in an Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge in Oxygen / A.A. Gushchin, V.I. Grinevich, V.Ya. Shulyk, E.Yu. Kvitkova, V.V. Rybkin // Plasma Chemistry and Plasma Processing. – 2018. – Vol. 38. – № 1. – P. 123–134.
2. Соловей, Н. В. Фотометрическое определение тетрациклина гидрохлорида / Н.В. Соловей, Н.Ф. Сааведра // Фармация. – 1974. – Т. 23. – № 4 – с. 72.
3. ПНД Ф 14.1: 2:4.187-02. Методика измерения массовой концентрации формальдегида в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости Флюорат-02.
4. Симонов, В.А. Анализ воздушной среды при переработке полимерных материалов / В.А. Симонов, Е.В. Нехорошева, Н.А. Заверовская // Л.: Химия. – 1988. – 224 с.
5. ПНД Ф 13.1:2:3.27-99. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии. – М., 2005. – 61 с.
6. ГОСТ Р 56236–2014 (ИСО 6341:2012). Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus. – М.: Стандартинформ, 2016. – 39 с.

ОХЛАЖДЕНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ СОЛНЦЕМОБИЛЯ «POLYTECH SOLAR»

И.И. Касаткин, М.Ю. Егоров

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В рамках студенческого проекта «Polytech Solar» создан электромобиль (см. рис. 1), использующий энергию солнечного излучения с помощью фотоэлектрических элементов, накапливающих её в аккумуляторе.



Рис. 1. Электромобиль «Polytech Solar»

Машина предназначена для участия в соревнованиях гоночных солнцемобилей «American Solar Challenge 2018», цель которых – преодоление дистанции в 2856 км за минимальное время. Правила разрешают начинать

гонку с полным зарядом аккумулятора. Но на протяжении всего пути энергию можно получать только с помощью солнечного излучения.

В качестве аккумулятора использована сборка из 405 цилиндрических батареек (рис. 2). Сборка батареек (ячеек) скомпонована в виде коридорного пучка.

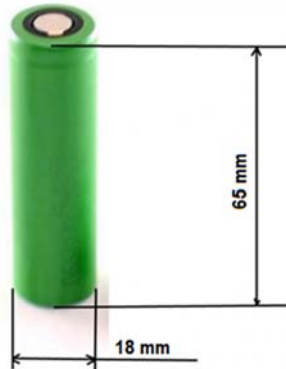


Рис. 2. Аккумуляторная батарейка

В процессе заряда и разряда батареек происходит нагрев ячеек. Повышение температуры негативно сказывается на характеристиках батареи и может привести к её разрушению [1]. Этим объясняется необходимость охлаждения.

Конструкция, технические параметры автомобиля определены регламентом соревнований, а также требованиями минимизации аэродинамических потерь. Основные характеристики автомобиля приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики автомобиля

Параметр	Значение
Масса, кг	300
Габаритные размеры, м	4.17×1.84×1.10
Тип солнечных элементов	Монокристаллические кремниевые
КПД элементов	<21%
Силовая установка	Синхронный электродвигатель с постоянными магнитами
Масса аккумулятора, кг	20
Шасси	Гибрид углепластикового несущего монокока с алюминиевой дугой безопасности

Цель работы – анализ охлаждения аккумуляторной батареи электромобиля «Polytech Solar Team», созданного студентами СПбПУ Петра Великого.

Часть энергии батареи при разряде или заряде преобразуется в теплоту за счет внутреннего сопротивления ячеек, потерь в диффузионных и межфазных переходных процессах. Также в теплоту при разряде преобразуется энергия электрохимических реакций внутри ячеек. Но она составляет менее 1% от общих тепловых потерь [2] и в расчётах не учитывается.

Электрическая схема батареи показана на рис. 3.

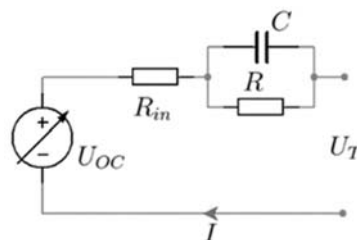


Рис. 3 Принципиальная электрическая схема батареи: U_{OC} – напряжение разомкнутой цепи, U_T – напряжение на клеммах батареи при подключенной нагрузке, R_{in} – внутреннее сопротивление ячейки; RC -цепочка в схеме моделирует переходные процессы

Мощность тепловых потерь одной ячейки батареи

$$Q = I^2 R_{in} + I U_{RC},$$

где I – ток, протекающий через ячейку, А; R_{in} – внутреннее сопротивление ячейки, Ом; U_{RC} – напряжение на RC -цепочке, В.

Значения R_{in} и U_{RC} определены по эмпирической модели, предложенной в [3]. Максимальный ток, проходящий через ячейку, составляет 4 А. Он ограничивается электронной системой защиты батареи. Выбор этого значения обусловлен величинами пикового тока потребления электродвигателя и тепловыми потерями в проводах. Максимальный разрядный ток ячейки – 10 А.

Максимальная мощность тепловых потерь для одной ячейки при таких условиях составляет 0.8 Вт, для всех 405 ячеек – 330 Вт.

Выполнена оценка тепловыделения батареи, обусловленного 3 факторами:

- 1) электрохимические реакции при разрядке,
- 2) внутреннее сопротивление,
- 3) потери в диффузионных и межфазных переходных процессах.

По условиям надёжной эксплуатации батареи необходимо поддержание её режима в диапазоне, не превышающем 45°C, для чего требуется охлаждение.

В работе проанализированы возможности жидкостного и воздушного охлаждения, сопоставлены свободный и вынужденный методы конвективного отвода теплоты.

Для номинального режима работы электромобиля и параметров окружающей среды на уровне до 38°C выполнен критериальный расчет вынужденного воздушного охлаждения коридорной сборки из 405 батарей, обеспечивающий требуемую интенсивность теплоотвода.

Проведен анализ экспериментальных исследований и расчетных рекомендаций по теплоотдаче сжатых пучков аккумуляторных батарей. Представляется, что интенсивность теплоотдачи от батарей исследуемой компоновки к воздуху наиболее представительно характеризуется зависимостью, предложенной группой А.А. Жукаускаса. Её надёжность обусловлена тем обстоятельством, что зависимость получена обобщением как результатов собственных экспериментов группы, так и других исследователей пучков, максимально приближенных к анализируемому. Она охватывает сжатый диапазон $Re \sim (10^4 - 2 \cdot 10^5)$, при этом расчётное число Re находится в центральной области этого диапазона. Показано, что при турбулентном режиме обеспечиваются относительно высокие значения интенсивности теплоотдачи на уровне 100–300 Вт/(м²К).

На основе анализа установившегося стационарного режима теплоотвода сделан вывод о том, что расход воздуха величиной $6 \cdot 10^{-2}$ кг/с обеспечивает градиент температур, достаточный для охлаждения литий-ионной аккумуляторной батареи электромобиля «Polytech Solar Team».

В дальнейших исследованиях целесообразно проведение численного моделирования в CFD-системах, а также выполнение натурных испытаний и сравнения экспериментальных результатов с расчетными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leng F., Tan C.M., Pecht M. Effect of Temperature on the Aging rate of Li Ion Battery Operating above Room Temperature. Scientific Reports, 2015, 5, 12967.
2. Bhatia P.C. Thermal analysis of lithium-ion battery packs and thermal management solutions. The Ohio State University, 2013.
3. Борисевич А.В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Современная техника и технологии. 2014. № 5.

СТАДИЙНОЕ СЖИГАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ФАКЕЛА

М.А. Хабарова, М.Р. Кадыров, А.А. Тринченко

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Дальнейшее технологическое совершенствование сжигания органического топлива является наиболее важной проблемой перспективного развития тепловой энергетики мира. Основными источниками первичной энергии для станций являются ископаемые виды топлива, из которых наибольшее распространение получил уголь. Экономика угольной отрасли в значительной степени определяется ее экологическими показателями. Экологический аспект энергетики сегодня выходит на первый план во всем мире. Парижское соглашение по климату 2015 предусматривает разработку до 2020 года стратегии социально-экономического развития с низким уровнем эмиссии парниковых газов на период до 2050 года. Планируется переход на новейшие технологии сжигания угля, в том числе по экологическим критериям.

Существует ряд мер, направленных на улучшение экологических показателей работы станций твердого топлива: создание новых конденсационных энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара с коэффициентом полезного действия 43–46 % мощностью 660–800 МВт; газификация твердого топлива; освоение энерготехнологических установок, оборудованных котлами с циркулирующим кипящим слоем и низкотемпературным вихрем [1]. Осуществление данных методов возможно при строительстве новых установок или модернизации существующих. Наиболее распространенной технологией сжигания твердого топлива сегодня является прямоточный факел. Для данного метода организации топочного процесса возможно улучшение

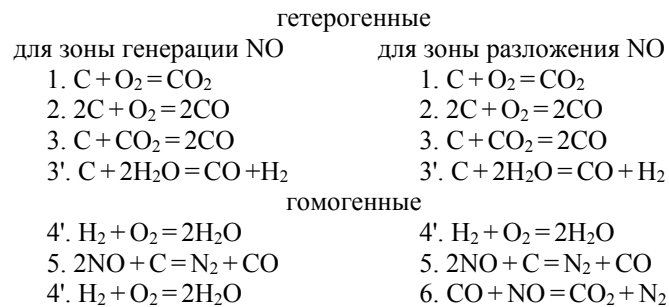
экологических показателей при меньших капитальных вложениях, например, при применении метода дожигания или двухстадийного сжигания топлива.

Цель работы – исследование физико-химических явлений топочного процесса при применении технологии двухстадийного сжигания твердого топлива. К рассмотрению принят паровой котел Е-230-14,0-520. Котел Е-230 П-образной компоновки, с естественной циркуляцией и твердым шлакоудалением. Расчетное топливо – донецкий каменный уголь марки Д. Котельный агрегат имеет шесть прямооточных горелок, расположенных на фронтальной стенке топки котла, через которые подается первичное топливо в количестве 90 % от общего расхода. Высота установки восстановительных горелок принята равной 4 м над основным ярусом горелок. Скорость подачи дополнительного топлива 10 м/с, диаметр сопел 0,24 м. Эскиз исследуемого котельного агрегата представлен на рис. 1.

При двухстадийном сжигании топлива на первом этапе происходит выделение примерно 90 % энергии. Для пылеугольного топлива характерно снижение выбросов NO_x на 50 % [2, 3]. Сокращение эмиссии оксидов азота происходит посредством снижения температуры процесса горения и реагирования с недостатком кислорода. В первой, высокотемпературной зоне, сжигание осуществляется с недостатком воздуха, во второй зоне горение протекает при относительно большом избытке воздуха и при сравнительно низких температурах. Образовавшиеся на первой стадии горения продукты неполного сгорания создают зону восстановления и образовавшиеся в первой зоне оксиды азота, восстанавливаются до молекулярного азота на углеводе кокса вторичного топлива.

Одним из важнейших процессов, подвергающихся изучению, является процесс горения угольного топлива. Наиболее полно горение углеродных частиц в топочной камере может быть описано набором химических реакций, предложенных В.В. Померанцевым и С.М. Шестаковым [4]. Учет генерации и преобразования оксидов азота при горении топлива позволяет проводить количественные оценки газообразных их выбросов при работе котла. Рассмотрение основных реакций дает возможность сделать вывод о том, что оксиды азота вступают в реагирование с углеродом и его соединением с кислородом.

Для пылеугольного сжигания топлива характерна схема с негорящим пограничным слоем [4]. На первой стадии горения в области высоких температур и сниженных концентраций кислорода протекает набор реакций, не учитывающий взаимодействие углерода и окиси азота, на второй стадии помимо генерации оксидов азота происходит их интенсивное разложение на углеводе кокса:



При горении мелкой угольной пыли стадии прогрева и выхода летучих по отношению к полному времени горения составляют меньше 10 % [4]. Продолжительность каждого этапа рассчитывается по эмпирическим зависимостям [5]. Изменение размера частицы во времени (выгорание) находится по формуле:

$$\frac{d\delta_i}{d\tau} = -\frac{2M}{\rho_e} G_n, \quad (1)$$

где $M = 12$ кг/кмоль – молярная масса углерода; $\rho_k = 1200$ кг/м³ – плотность кокса; G_c – скорость выгорания (расход) углерода, кмоль/(м²·с). Величина расхода углерода рассчитывается согласно стехиометрий протекающих реакций. Для первой и второй зон горения топлива G_c рассчитывается по зависимости (2).

$$G_c = \frac{1}{RT} [(k_1 + 2k_2)p_{10} + k_3 p_{20} + k_3' p_{50} + k_5 p_{60}], \quad (2)$$

где k_i – константа скорости i -й реакции; $R = 8,31$ Дж/(кмоль·К) – универсальная газовая постоянная; T – температура газов; p_{i0} – давление i -го компонента у поверхности частицы, Па.

Значения p_{i0} определяются решением системы вида (3), которая составляется согласно стехиометрии протекающих в данной зоне реакций:

$$\begin{cases} dG_1 = -k_4 / (RT) p_1 dx \\ dG_i = -D / (RT) d^2 p_i / (dx^2) dx, \\ dG_4 = dG_1 = -2dG_5 \end{cases} \quad (3)$$

где G_i – поток i -го компонента, кмоль/(м²·с); k_4 – константа скорости реакции 4'; p_i – давление i -го компонента, кПа; D – коэффициент диффузии, м²/с.

Для исследуемого котельного агрегата с учетом переменной массы и выгорания произведен расчет траекторий движения частиц основного и дополнительного топлива (рис. 2). Обработка рассеивочных кривых топлива (рис. 2) позволила получить начальные размеры, массу и площадь частиц для каждой из принятых к расчету фракций.

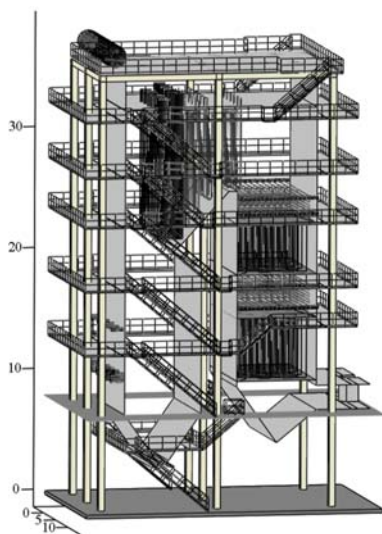


Рис. 1. Эскиз котла Е-230-14,0-520

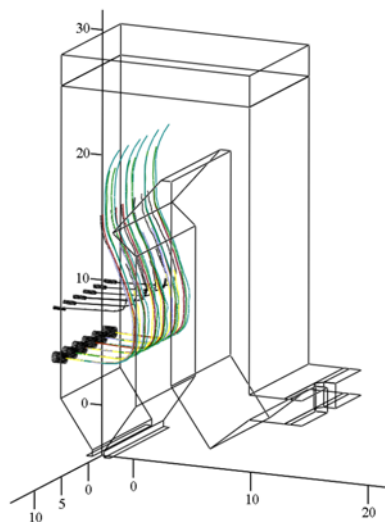


Рис. 3. Траектории движения горящих частиц топлива в топке котла Е-230-14,0-520

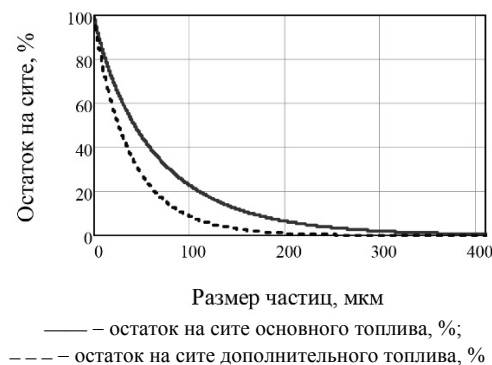


Рис. 2. Зерновые характеристики пыли

В работе представлены результаты исследования химических превращений, протекающих при горении углерода кокса. С использованием диффузионно-кинетической теории гетерогенного реагирования рассмотрен технологический метод разложения оксидов азота на поверхности углеродных частиц с образованием углекислоты и молекулярного азота. Результаты исследования и полученные зависимости могут быть использованы при изучении современных технологий сжигания твердого органического топлива, а также при количественной оценке уровня выбросов оксидов азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение правительства РФ от 24.01.2012 г. № 14-р "Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года".
2. Кобзарь С.Г., Халатов А.А. Институт технической теплофизики НАН Украины снижение выбросов оксидов азота в газовых котлах методом рециркуляции дымовых газов.
3. Frederick N., Agrawal R.K., Wood P.E., Wood S.C. Induced Flue Gas Recirculation for NO_x Control: Application on Boilers and Process Heaters// Energy Texas Industries press. – Report 03 ETEC, – 2004. – 24 p.
4. Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. Основы практической теории горения: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
5. Бабий В.И., Куваев В.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.

СЕКЦИЯ

«ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ»

АЛЬФВЕНОВСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В РЕЖИМЕ ОМИЧЕСКОГО НАГРЕВА В ТОКАМАКЕ ТУМАН-3М

*Г.И. Абдуллина и группа токамака ТУМАН-3М
ФТИ им. А.Ф. Иоффе*

Альфвеновские волны – это магнитогидродинамические волны, распространяющиеся преимущественно вдоль магнитного поля, имеющие дисперсионное соотношение $\omega = k_{\parallel} v_A$, где k_{\parallel} – продольное волновое число, v_A – альфвеновская скорость. Эти волны наблюдаются как в космической, так и в лабораторной плазме. В токамаке ТУМАН-3М (малый радиус камеры $a = 0.25$ м, большой радиус $R = 0.5$ м, тороидальное поле $B_T = 1$ Т, ток по плазме $I_p \leq 180$ кА, средняя электронная плотность плазмы $n_e \leq 5 \times 10^{19} \text{ м}^{-3}$) [1] наблюдаются альфвеновские колебания (АК) в диапазоне частот 0.6–2.1 МГц при низких плотностях $n_e < 3 \times 10^{19} \text{ м}^{-3}$ в разрядах с пилообразными колебаниями и убегающими электронами [2–4] в омическом режиме, а также в режиме нагрева нейтральным пучком (NBI, neutral beam injection). Омический режим – это режим, в котором плазма греется за счет тока, текущего по ней. NBI – это дополнительный нагрев, состоящий в инжекции пучка высокоэнергетичных атомов в плазму с образованием быстрых ионов, которые передают ей свою энергию. В токамаках интерес к исследованию АК обусловлен их взаимосвязью с высокоэнергетичными частицами. АК могут приводить к ухудшению удержания таких частиц и их возможному выбросу на стенку камеры токамака [5], что нежелательно. Как правило, в токамаках альфвеновские неустойчивости возбуждаются быстрыми ионами, движущимися со скоростями несколько превышающими альфвеновскую скорость. Такие ионы обычно возникают при дополнительном нагреве плазмы. В омическом режиме быстрых ионов в количестве, достаточном для возбуждения АК, быть не должно. АК недавно были обнаружены в омическом режиме с убегающими электронами в токамаках ТУМАН-3М [4] и COMPASS [6]. В настоящее время, насколько нам известно, не существует единой теоретической модели способной объяснить причины возбуждения АК в отсутствие энергичных ионов. Поэтому экспериментальные исследования структуры и особенностей возбуждения альфвеновских мод в омическом режиме представляют фундаментальный интерес.

В докладе представлены результаты экспериментального исследования пространственной структуры АК при помощи массива из 16 магнитных зондов. Сравнение фаз сигналов на 16 зондах позволяет идентифицировать m – полоидальное модовое число возмущения магнитного поля в диапазоне $m = 0 \dots 7$. Сравнение амплитуд сигналов на разных зондах массива дает информацию о зависимости возмущения магнитного поля, вызываемого АК, от полоидального угла [7], что дополняет проведенную ранее работу по определению локализации альфвеновских колебаний по радиусу [8].

Альфвеновские волны регистрируются магнитными зондами в виде вспышек АК. В токамаке ТУМАН-3М существует два типа вспышек АК: короткие, возникающие сразу после срыва пилообразного колебания и длинные, развивающиеся между этими срывами. Короткие вспышки могут быть вызваны перезамыканием магнитного поля во время срыва пилообразного колебания [9]. Кроме того, короткие вспышки коррелируют с выбросами убегающих электронов, которые тоже могут быть причиной возбуждения АК [4]. Короткие и длинные вспышки имеют близкие частоты, но разную полоидальную локализацию. Короткие вспышки локализованы преимущественно в верхней части плазменного шнура ($\theta = 90^\circ$), в то время как длинные вспышки имеют максимальные амплитуды в нижней части шнура ($\theta = 270^\circ$) [10, 11]. Для обоих типов вспышек определены полоидальные модовые числа $m = 1-3$ в конкретные моменты времени. Отсутствие выраженной асимметрии возмущения магнитного поля в направлении большого радиуса тора подтверждает центральную локализацию АК [8]. Обнаружено отсутствие полоидального вращения возмущения магнитного поля для обоих типов вспышек. Регистрируемое зондами возмущение может быть результатом сложения двух мод с близкими амплитудами, вращающихся навстречу друг другу, то есть стоячей волной. Подводя итог, АК в токамаке ТУМАН-3М в омическом режиме, как представляется, могут быть вызваны перезамыканием магнитного поля во время срывов пилообразных колебаний [9] или убегающими электронами, связанными с этими срывами [4]. Механизмы возбуждения АК для двух вышеописанных типов вспышек могут отличаться и требуют дальнейшего исследования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-12-10285) и ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Vorob'ev G.M. et al. 1983 Sov. J. Plasma Phys. 9 65.
2. Askinazi L.G. et al 2015 Nucl. Fusion 55 104013.
3. Lebedev S.V. et al 2016 Proc. 43rd EPS Conf. on Plasma Phys. P. 5.036.
4. Тукачинский А.С. и др. 2016 Письма в ЖТФ, Т. 42. В. 24. С. 72–78.
5. Heidbrink W.W. 2008 Phys. Plasmas 15 p. 055501.
6. Markovic T. et al 2017 Proc. 44th EPS Conf. on Plasma Phys. P. 5.140.
7. Heidbrink W.W. et al 1991 Nucl. Fusion 31 p. 1635.
8. Абдуллина Г.И. и др. 2018 Письма в ЖТФ, Т. 44. В. 3. С. 47–54.
9. McClements K.G. et al 2002 Nucl. Fusion 42 p. 1155–1161.

ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКОЛ $As_mSe_nTe_{1-m-n}$ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

А.У. Джуссов

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

В настоящей работе приводятся результаты по использованию метода стандарта метода РФА для определения количественного состава трехкомпонентных стекол $As_mSe_nTe_{1-m-n}$ (ниже их состав записывается как $Te_x(As_xSe_{1-x})_{1-x}$). Стеклообразные сплавы $As_{0.4}Se_{0.4}Te_{0.2}$, $As_{0.4}Se_{0.571}Te_{0.029}$, $As_{0.4}Se_{0.2}Te_{0.4}$, $As_{0.4}Se_{0.3}Te_{0.3}$, $As_{0.364}Se_{0.273}Te_{0.364}$, $As_{0.1}Se_{0.8}Te_{0.1}$, $As_{0.15}Se_{0.15}Te_{0.7}$, $As_{0.19}Se_{0.19}Te_{0.62}$, $As_{0.37}Se_{0.37}Te_{0.26}$, $As_{0.425}Se_{0.425}Te_{0.15}$, $As_{0.45}Se_{0.14}Te_{0.41}$, $As_{0.48}Se_{0.5}Te_{0.02}$, $As_{0.5}Se_{0.35}Te_{0.15}$, $As_{0.5}Se_{0.45}Te_{0.05}$, $As_{0.5}Se_{0.485}Te_{0.015}$, $As_{0.5}Se_{0.499}Te_{0.001}$, $As_{0.5}Se_{0.49}Te_{0.01}$ синтезировались из элементарных веществ. Составы образцов указаны по составу исходной шихты, определенной с погрешностью ± 0.005 . Образцы для рентгенофлуоресцентного анализа не подвергались специальной механической обработке (шлифованию, полированию и др.). Рентгенофлуоресцентные спектры измерялись на спектрометре X-Art M при значении анодного напряжения 30 кВ и 50 кВ.

Определялись площади под K_{α} -линиями германия S_{Ge} , мышьяка S_{As} , селена S_{Se} и теллура S_{Te} , а далее с помощью соотношений типа $x_{РФА} = S_{As}/(S_{As}+S_{Se})$ вычислялись относительные площади спектральных линий германия, мышьяка и теллура. Индекс «РФА» означает, что значения x определены из данных рентгенофлуоресцентного анализа. Экспериментальные значения среднеквадратичных отклонений $x_{РФА}$, $t_{РФА}$ и $m_{РФА}$ не превышали ± 0.0002 .

Для определения количественного состава двухкомпонентных стекол типа As_xSe_{1-x} используется метод стандарта – измерялся спектр стандарта $As_{0.4}Se_{0.6}$ и строилась градуировочная зависимость $x = f(x_{РФА})$ по трем точкам: для $x = 0$, $y = 0$ и для x стандарта. Для определения количественного состава трехкомпонентных стекол $As_mSe_nTe_{1-m-n}$ мы попытались также использовался метод стандарта. Однако в спектрах трехкомпонентных стекол относительные площади спектральных линий зависят от двух свободных параметров состава (m и n), что усложняет процедуру определения состава на основе этих данных.

В частности, на рис. 1 *a* показана градуировочная зависимость $m = f(m_{РФА})$ (стандартом служил сплав $As_{0.4}Se_{0.2}Te_{0.4}$), на которую дополнительно нанесены экспериментальные значения $m_{РФА}$ всех исследованных сплавов As-Se-Te. Видно, что наблюдается значительный разброс экспериментальных точек относительно градуировочной зависимости $m = f(m_{РФА})$. Однако, если состав стекол As-Se-Te представить в виде $Te_x(As_xSe_{1-x})_{1-x}$, то все экспериментальные точки хорошо укладываются на градуировочную зависимость $x = f(x_{РФА})$ (рис. 1 *b*). Этот результат следует истолковывать, исходя из того, что теллур одинаковым образом влияет на интенсивности флуоресцентного излучения близкого по рентгеноспектральным характеристикам мышьяка и селена.

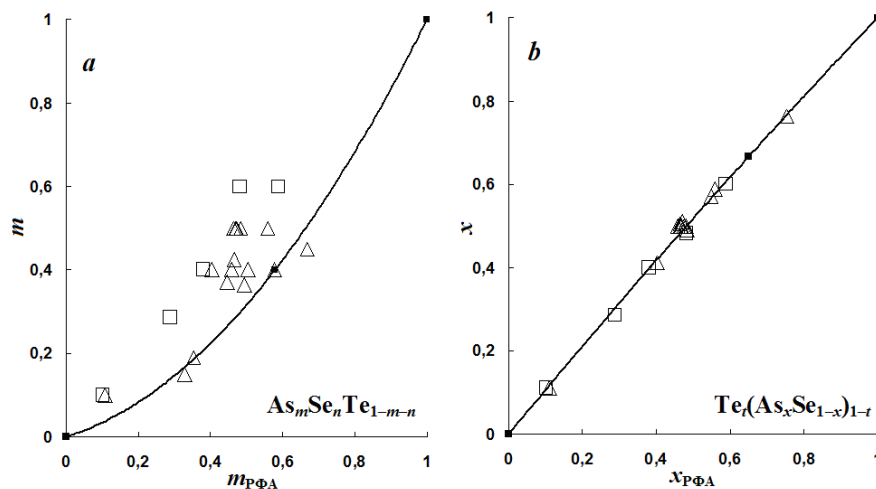


Рис. 1. Градуировочные зависимости $m = f(m_{РФА})$ (*a*) и $x = f(x_{РФА})$ (*b*) для тройных стекол As-Se-Te, представленных либо в виде $As_mSe_nTe_{1-m-n}$ (*a*), либо в виде $Te_x(As_xSe_{1-x})_{1-x}$ (*b*). Светлыми треугольниками показаны значения m , $m_{РФА}$ и x , $x_{РФА}$ для тройных стекол, а светлыми квадратами – для бинарных стекол. Стандартом служил сплав $As_{0.4}Se_{0.2}Te_{0.4}$

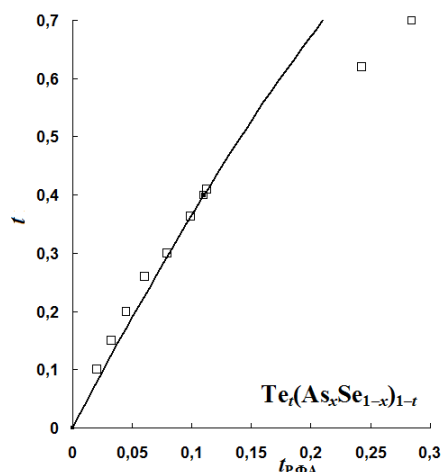


Рис. 2. Градуировочные зависимости $t = f(t_{рФА})$ для трехкомпонентных стекол As-Se-Te, представленных в виде $Te_t(As_xSe_{1-x})_{1-t}$. Светлыми квадратами показаны значения t и $t_{рФА}$ для всех исследованных тройных стекол. Стандартом служил сплав $As_{0,4}Se_{0,2}Te_{0,4}$

На рис. 2 представлена калибровочная зависимость $t = f(t_{рФА})$ для трехкомпонентных стекол As-Se-Te, состав которых записан в виде $Te_t(As_xSe_{1-x})_{1-t}$. Экспериментальные точки должны укладываться на градуировочный график, построенный по точкам $t = 0$, $t = 1$ и экспериментальным данным для сплава $As_{0,4}Se_{0,2}Te_{0,4}$ в качестве стандарта.

Однако наблюдается несовпадение расчетных и экспериментальных зависимостей в области $t > 0,25$. Это связано с тем, что теллур, мышьяк и селен имеют существенно различные рентгеноспектральные характеристики (энергии характеристических линий и краев поглощения, сечения поглощения, выходы флуоресценции), и поэтому замещение мышьяка или селена на теллур при фиксированном x ведет к изменению доли излучения теллура и к невозможности использовать метод стандарта для определения содержания теллура в сплавах $Te_t(As_xSe_{1-x})_{1-t}$ при $t > 0,25$.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ С ПОМОЩЬЮ СЗМ-ОБЪЕКТИВА

М.В. Жуков^{1,2}, И.Д. Сапожников², А.О. Голубок^{1,2}

¹*Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)*

²*Институт аналитического приборостроения РАН*

Визуализация и исследование микроскопических объектов, например, клеток, с помощью пучка света в оптическом микроскопе (ОМ) и острой иглы в сканирующем зондовом микроскопе (СЗМ) подобно осмотру пациента врачом глазами и ощупывания пальцами. Поскольку «осматривание» и «ощупывание» дают принципиально различную информацию об исследуемом объекте, то объединение методов оптической и сканирующей зондовой микроскопии в одном приборе представляет интерес. Такое объединение, во-первых, делает возможным 3D визуализацию объектов с нанометровым уровнем пространственного разрешения, во-вторых, открывает возможность вместе с топографическими характеристиками измерять другие физические параметры объектов, такие как жесткость, распределение локального электрического потенциала, магнитного поля и т.п.

Существуют разные подходы к объединению ОМ и СЗМ. Например, практически все выпускаемые в настоящее время СЗМ оснащены для удобства работы вспомогательным оптическим микроскопом. В альтернативном подходе СЗМ является приставкой к ОМ, когда объединенную с оптическим объективом СЗМ головку можно назвать СЗМ-объективом. Как и в [1] в данной работе развивается второй подход к объединению ОМ и СЗМ. СЗМ узел закрепляется на объективе ОМ с увеличением $\times 10$ и фокусным расстоянием 10 мм. Такой СЗМ-объектив располагается на общей поворотной турели ОМ вместе с другими оптическими объективами.

Для сближения зонда с образцом используется пьезоинерциальный движитель на основе пьезопакета с минимальным шагом 100 нм. Этот же пьезопакет выполняет функции сканера по координате Z. Для увеличения диапазона сканирования по координате Z пьезопакет закрепляется на металлической мембране с пьезоактюатором. Результирующее перемещение по координате Z составляет 20 мкм, что обеспечивает сканирование в плоскости образца (X,Y) по площади 20x20 мкм² без потери взаимодействия зонда с образцом.

Сканирование осуществляется с помощью пьезотрубки, на которой закреплен зонд. В отличие от [1, 2], где в качестве зондов используются обычные Si кантилеверы и оптическая схема регистрации силового взаимодействия, мы используем два типа зондов: Si кантилевер с пьезорезистором [3] и специально разработанный нами пьезокерамический камертон с W иглой.

Преимуществом Si кантилевера с пьезорезистором является отсутствие оптических юстировок, что значительно упрощает процесс замены кантилевера. Преимуществом зонда с W иглой является предоставленная пользователю возможность самостоятельно изготавливать и заменять W иглы в процессе исследования, возможность работать в капле жидкости без каких-либо перенастроек, а также возможность прикладывать электрический потенциал к металлической игле. Следует отметить, что пьезокерамический камертон в принципе совместим не только с W иглой, но и с заостренным микрокапилляром [4], что позволяет измерять ионные токи в жидкости и может использоваться, например, для исследования ионных каналов в клеточных мембранах. На рис. 1 представлен пример визуализации клеток крови в оптическом микроскопе с СЗМ-объективом.

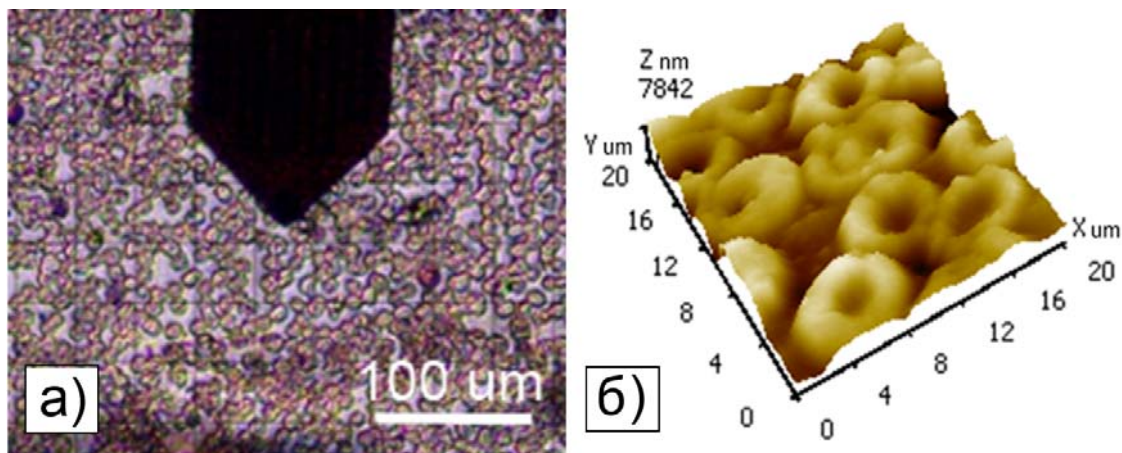


Рис. 1. Пример визуализации клеток крови в оптическом микроскопе с СЗМ-линзой:

а – оптическое изображение (видна консоль кантилевера);

б – СЗМ изображение клеток крови

В качестве биообъектов измерены клетки крови (эритроциты, тромбоциты, лейкоциты) и клетки СНО. Мазки крови высушивались на обезжиренных стеклянных подложках в течение 10 мин при температуре 24° С. Клетки СНО высевали на покровное стекло, промывали дистиллированной водой и высушивали при 37° С в течение 5–10 минут. Кроме биологических объектов были также измерены калибровочные СЗМ решётки, элементы микроэлектроники и искусственно созданные структуры, такие как каналы в электронном резисте и массивы упорядоченных углублений.

Таким образом, реализована и продемонстрирована возможность совмещения ОМ и СЗМ с помощью СЗМ-объектива. Поскольку оптическая и сканирующая зондовая микроскопия имеют принципиально иной характер контраста, их комбинация расширяет объем полученной информации. СЗМ-объектив позволяет не только улучшить пространственное разрешение, но и измерить рельеф поверхности образца по всем трем координатам, а также получить информацию о механических и иных свойствах поверхности с нанометровым разрешением.

Работа выполнена при поддержке Федерального агентства научных организаций (АААА-А16-116041110123-5), ведущих университетов Российской Федерации (субсидия 08-08).

ЛИТЕРАТУРА:

1. John D. Alexander et al. 1999 Atomic force microscope for attachment to optical microscope, U.S. Patent 005861624A.
2. Сайт фирмы Nanosurf [электронный ресурс], режим доступа: www.nanosurf.com, свободный. – Загл. с экрана.
3. Maja Dukic et al. 2015 Piezoresistive AFM cantilevers surpassing standard optical beam deflection in low noise topography imaging, *Scientific Reports*, 5, pp. 16393–16404.
4. M.V. Zhukov et al. 2017 Scanning ion-conductance and atomic force microscope with specialized sphere-shaped nanopipettes *J. Phys.: Conf. Ser.* Vol. 917 P. 042022 (5 pp).

ОСОБЕННОСТИ МЕССБАУЭРОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
НА ИЗОТОПЕ ^{119m}Sn С МАТЕРИНСКИМИ ЯДРАМИ ^{119}Sb И ^{119m}Te
В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ

Н.Н. Жуков

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

В настоящее время для исследования состояния примесных атомов в стеклообразных материалах широко используется эмиссионный вариант мессбауэровской спектроскопии на изотопе ^{119m}Sn с материнскими ядрами ^{119}Sb и ^{119m}Te , когда в исследуемое стекло вводится радиоактивный материнский изотоп, после распада которого образуется дочерний атом ^{119m}Sn [1, 2]. Эмиссионный вариант спектроскопии позволяет исследовать примесные атомы с предельной концентрацией $\sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$, что является принципиально важным из-за малой растворимости олова в халькогенидных стеклах. Из схемы распада материнских атомов ^{119}Sb и ^{119m}Te следует, что в зависимости от химической природы материнского изотопа возможно введение дочернего атома либо в структурную сетку, образованную атомами пятой группы таблицы Д.И. Менделеева (материнские атомы ^{119}Sb), либо в структурную сетку, образованную атомами халькогена (материнские атомы ^{119m}Te).

Однако при интерпретации эмиссионных мессбауэровских спектров ^{119m}Sn следует учитывать, что распад материнских атомов ^{119m}Te (обозначим их 1, постоянная радиоактивного распада для них $\lambda_1 = 0.006144922 \text{ час}^{-1}$) происходит с образованием дочерних радиоактивных ядер ^{119}Sb (обозначим их 2, $\lambda_2 = 0,018192839 \text{ час}^{-1}$). Распад ядер 1 описывается соотношением:

$$N_1 = N_{10} \exp(-\lambda_1 t), \quad (1)$$

а накопление атомов 2, образующихся в результате распада атомов 1 описывается соотношением:

$$N_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_{10} [\exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t)] + N_{20} \exp(-\lambda_2 t), \quad (2)$$

где N_{10} , N_{20} – число атомов 1 и 2 в момент времени $t = 0$, N_1 , N_2 – число атомов 1 и 2 в момент времени t . Для случая, когда в качестве исходного препарата используется безносительный ^{119m}Te , хроматографически очищенный от примеси ^{119}Sb , зависимости $N_1(t)$ и $N_2(t)$ приведены на рис. 1 (кривые 1 и 2).

В момент времени $t = 90$ час образуется смесь радиоактивных атомов ^{119m}Te (обозначим их 3, их доля в единицах N_{10} составляет $N_{30} = 0.5752$) и ^{119}Sb (обозначим их 4, их доля в единицах N_{10} составляет $N_{40} = 0.1942$). Эта смесь сплавляется со стеклообразным халькогенидом пниктогена, так что атомы 3 оказываются в узлах пниктогена, а атомы 4 (а, следовательно, и атомы ^{119}Sb , образующиеся после их распада) оказываются в узлах халькогена (обозначим эти атомы сурьмы 5). Распад атомов 3 и 4 описывается соотношениями

$$N_3 = N_{30} \exp(-\lambda_1 t), \quad (3)$$

$$N_4 = N_{40} \exp(-\lambda_2 t), \quad (4)$$

причем время t отсчитывается от момента образования стеклообразного сплава, когда в узлах теллура начинают накапливаться атомы 5 согласно соотношению

$$N_5 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_{30} [\exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t)]. \quad (5)$$

Все эти зависимости приведен на рис. 1.

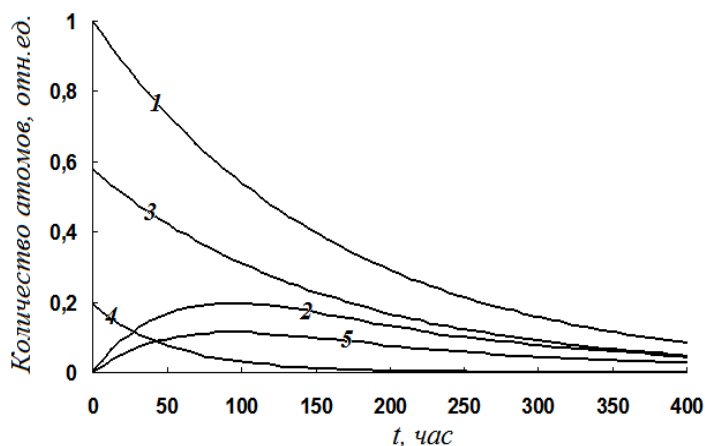


Рис. 1. Зависимости $N_1(t)$ и $N_2(t)$. Обозначения: 1 – распад атомов 1 (см. соотношение (1)); 2 – накопление атомов 2 (см. соотношение (2)); 3 – распада атомов 3 (см. соотношение (3)); 4 – распад атомов 4 (см. соотношение (4)); 5 – накопление атомов 5 (см. соотношение (5)).

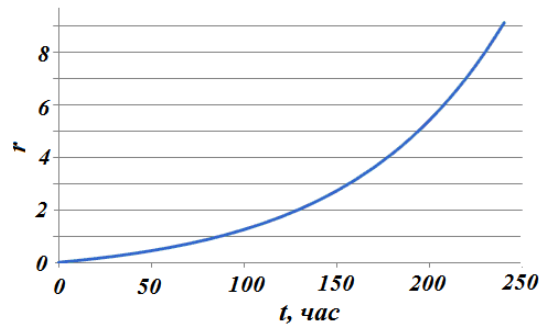


Рис. 2. Зависимость $r(t)$

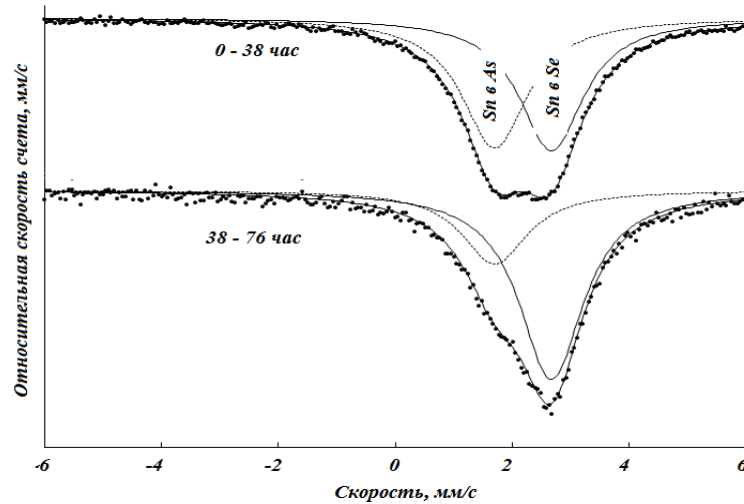


Рис. 3. Эмиссионные мессбауэровские спектры ^{119m}Sn в стеклообразном AsSe. Мессбауэровские источники готовились сплавлением стеклообразного сплава AsSe и смеси $^{119m}\text{Te} + ^{119}\text{Sn}$. Спектры снимались в интервале времен 0–38 час и 38–76 час после приготовления мессбауэровского источника

Полезно также записать соотношение:

$$r = \frac{S}{S^*} = \frac{N_{10}}{N_{40}} \frac{\lambda_2^{-1}}{\lambda_1^{-1} - \lambda_2^{-1}} [\exp(\lambda_2 t) - \exp(\lambda_1 t) - 1] \quad (6)$$

(здесь S и S^* – площади под нормированными мессбауэровскими спектрами ^{119m}Sn в узлах халькогена и пниктогена), анализ которого показывает, что относительная интенсивность мессбауэровского спектра ^{119m}Sn подрешетки халькогена должна возрастать со временем измерения спектра в начале пропорционально $\lambda_1 t - \lambda_2 t$, а затем экспоненциально (см. рис. 2). Основные выводы: интенсивность спектра от подрешетки пниктогена всегда меньше и в максимуме может достигать только 20%; относительная интенсивность спектра от подрешетки халькогена возрастает со временем измерения мессбауэровского спектра.

Для подтверждения сделанных выводов был приготовлен мессбауэровский источник сплавлением стеклообразного сплава AsSe со смесью $^{119m}\text{Te} + ^{119}\text{Sb}$, которая образовалась после длительного хранения препарата ^{119m}Te .

Эмиссионные мессбауэровские спектры снимались при 80 К в интервале времен 0–38 и 38–76 часов после приготовления мессбауэровского источника. В качестве стандартного поглотителя использовался CaSnO_3 с поверхностной плотностью 0.1 г/см² по изотопу ^{119}Sn . Экспериментальные спектры представляли собой наложение двух линий, отвечающих примесным центрам ^{119m}Sn в узлах As (спектр 1) и Se (спектр 2) (см. рис. 3). Видно, что относительная интенсивность мессбауэровского спектра ^{119m}Sn подрешетки халькогена возрастает со временем измерения спектра (в интервале времени 0–38 час отношение площадей под спектрами 1 и 2 составляет 0.98(2), тогда в интервале времени 38–76 час это отношение равно 0.39(2)).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бордовский Г.А., Гладких П.В., Кожокарь М.Ю., Марченко А.В., Серегин П.П., Теруков Е.И. Физика и техника полупроводников. 2010. Т. 44. № 8. С. 1012–1016.
2. Бордовский Г.А., Марченко А.В., Серегин П.П., Ali Н.М., Гладких П.В., Кожокарь М.Ю. Физика и химия стекла. 2010. Т. 36. № 6. С. 828–834.

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКОЛ

И.С. Ковтун

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

В настоящей работе приведены экспериментальные результаты по определению состава стеклообразных сплавов $As_{1-x}Se_x$, $Ge_{1-x}Se_x$ и $Ge_{1-x-y}As_ySe_x$ методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии, причем сравниваются возможности методик с использованием возбуждения флуоресценции как тормозного излучения рентгеновской трубки (с максимальной энергией 30 кэВ), так и пучка моноэнергетических (30 кэВ) электронов. Объектами исследований служили стеклообразные сплавы систем $As_{1-x}Se_x$, $Ge_{1-x}Se_x$ и $Ge_{1-x-y}As_ySe_x$. Для каждого образца измерялся спектр, определялись площади под $K_{\alpha 1,2}$ -линиями германия S_{Ge} , мышьяка S_{As} и селена S_{Se} , а далее с помощью соотношений $x_{РФА} = \frac{S_{Se}}{S_{As} + S_{Se}}$ (для сплавов $As_{1-x}Se_x$), $x_{РФА} = \frac{S_{Se}}{S_{Ge} + S_{Se}}$ (для

сплавов $Ge_{1-x}Se_x$), $x_{РФА} = \frac{S_{Se}}{S_{Ge} + S_{As} + S_{Se}}$, $y_{РФА} = \frac{S_{As}}{S_{Ge} + S_{As} + S_{Se}}$ и $z_{РФА} = \frac{S_{Se}}{S_{Ge} + S_{Se}}$ (для сплавов $Ge_{1-x-y}As_ySe_x$ или в другом варианте записи $As_y(Ge_{1-z}Se_z)_{1-y}$) вычислялись относительные площади спектральных линий германия, мышьяка и селена. Индекс «РФА» означает, что значения x , y и z определены из данных рентгенофлуоресцентного анализа. Значения среднеквадратичных отклонений величин $x_{РФА}$, $y_{РФА}$ и $z_{РФА}$ в таких сериях измерений не превышали 0.0002.

Для определения концентраций германия, мышьяка, серы и селена использовался метод стандарта – строились калибровочные зависимости $x = f(x_{РФА})$, $y = f(y_{РФА})$ и $z = f(z_{РФА})$ по трем точкам. В качестве реперных сплавов использовались германий, $Ge_{0.3333}Se_{0.6667}$ и селен (для системы $Ge_{1-x}Se_x$), мышьяк, $As_{0.4}Se_{0.6}$ и селен (для системы $As_{1-x}Se_x$), германий, $Ge_{0.3333}As_{0.3333}Se_{0.3333}$, мышьяк и селен (для системы $Ge_{1-x-y}As_ySe_x$). На рис. 1, 2, 3, 4 и 5 представлены указанные зависимости соответственно для сплавов $As_{1-x}Se_x$, $Ge_{1-x}Se_x$ и $Ge_{1-x-y}As_ySe_x$ (в другой форме записи $As_y(Ge_{1-z}Se_z)_{1-y}$).

Все зависимости аппроксимированы полиномами второй степени. Эти полиномы служат градуировочными соотношениями для определения состава мишеней по полученному из рентгенофлуоресцентных спектров значениям $x_{РФА}$, $y_{РФА}$ и $z_{РФА}$. Для демонстрации такой возможности на графики нанесены экспериментальные значения $x_{РФА}$ и x , $y_{РФА}$ и y , $z_{РФА}$ и z , для всех синтезированных сплавов.

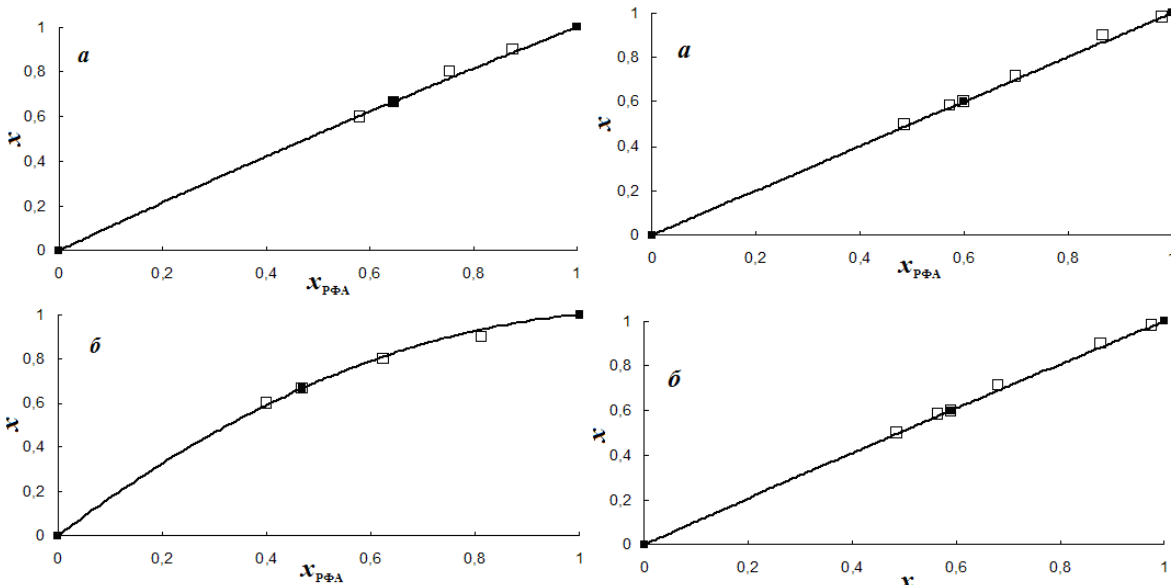


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 1. Калибровочные зависимости $x = f(x_{РФА})$, полученные при облучении мишеней электронами (а) и тормозным рентгеновским излучением (б) для стекол $Ge_{1-x}Se_x$ (сплошные линии), построенные по трем реперным точкам (они обозначены черными квадратами). Светлыми квадратами показаны значения $x_{РФА}$ и x для всех стекол $Ge_{1-x}Se_x$

Рис. 2. Калибровочные зависимости $x = f(x_{РФА})$, полученные при облучении мишеней электронами (а) и тормозным рентгеновским излучением (б) для стекол $As_{1-x}Se_x$ (сплошные линии), построенные по трем реперным точкам (они обозначены черными квадратами). Светлыми квадратами показаны значения $x_{РФА}$ и x для всех стекол $As_{1-x}Se_x$

Как видно из рис. 1 и 2, для сплавов $\text{Ge}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{As}_{1-x}\text{Se}_x$ экспериментальные данные хорошо укладываются на градуировочные соотношения. Отметим, что зависимости на рис. 1 а и 2 а, б, полученные для случая возбуждения флуоресценции пучком электронов для сплавов $\text{Ge}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{As}_{1-x}\text{Se}_x$, близки к линейным, тогда как в случае возбуждения флуоресценции тормозным рентгеновским излучением для сплавов $\text{Ge}_{1-x}\text{Se}_x$ зависимость $x=f(x_{\text{РФА}})$ заметно не линейна. Объясняется это тем, что при использовании тормозного рентгеновского излучения толщина анализируемого слоя ≥ 0.1 мм и флуоресцентное излучение селена, поглощаясь германием, вызывает вторичную флуоресценцию германия, что ведет к увеличению интенсивности линии германия.

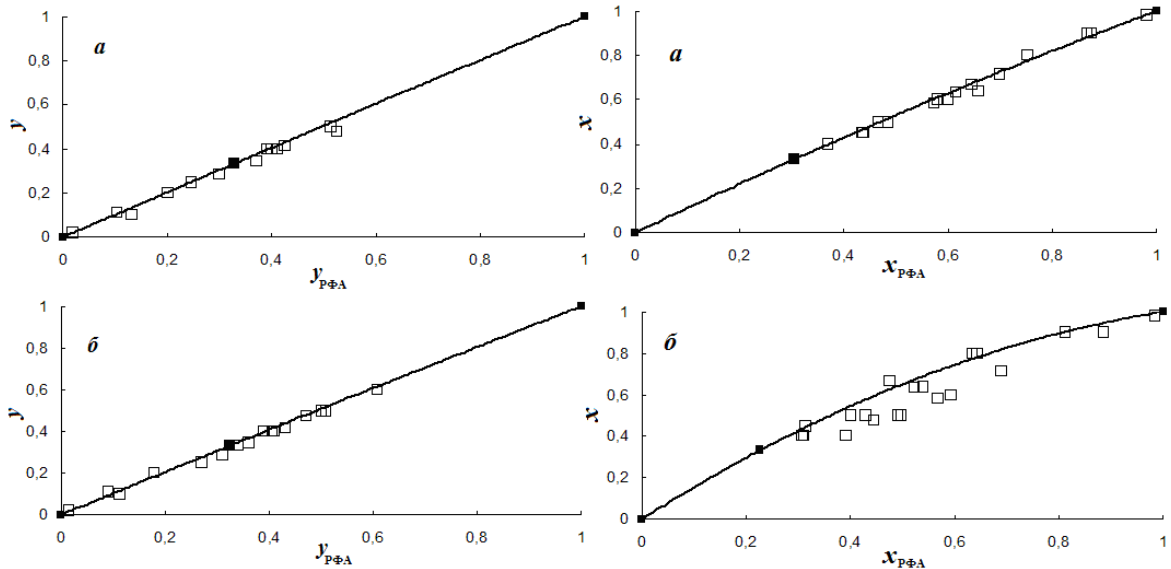


Рис. 3

Рис. 4

Рис. 3. Калибровочные зависимости $y = f(y_{\text{РФА}})$, полученные при облучении мишеней электронами (а) и тормозным рентгеновским излучением (б) для стекол $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$ (сплошные линии), построенные по трем реперным точкам (они обозначены черными квадратами). Светлыми квадратами показаны значения $y_{\text{РФА}}$ и y для всех стекол $\text{As}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$

Рис. 4. Калибровочные зависимости $x = f(x_{\text{РФА}})$, полученные при облучении мишеней электронами (а) и тормозным рентгеновским излучением (б) для стекол $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$ (сплошные линии), построенные по трем точкам. Светлыми квадратами показаны значения $x_{\text{РФА}}$ и x для всех стекол $\text{Ge}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$

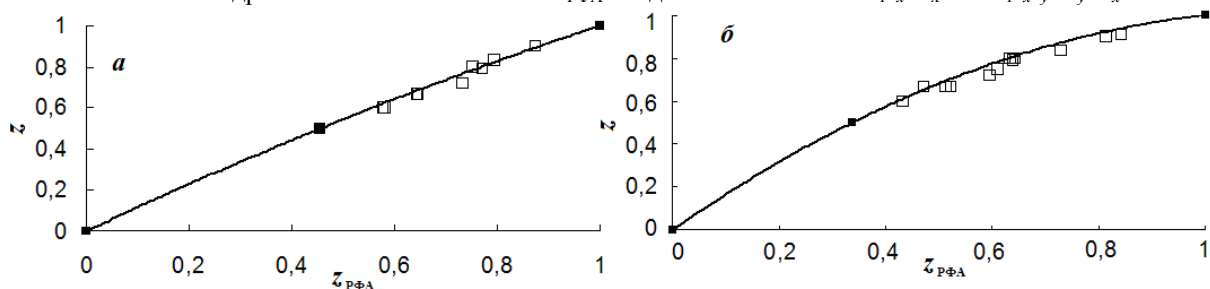


Рис. 5. Калибровочные зависимости $z = f(z_{\text{РФА}})$, полученные при облучении мишеней электронами (а) и тормозным рентгеновским излучением (б) для стекол $\text{As}_y(\text{Ge}_{1-z}\text{Se}_z)_{1-y}$ (сплошные линии), построенные по трем точкам (они обозначены черными квадратами). Светлыми квадратами показаны значения $z_{\text{РФА}}$ и z для всех стекол $\text{Ge}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$

Как видно из рис. 3 а и 4 а, для стекол $\text{Ge}_{1-x-y}\text{As}_y\text{Se}_x$ экспериментальные данные, полученные с использованием возбуждения флуоресценции электронным пучком, хорошо укладываются на градуировочные соотношения $x = f(x_{\text{РФА}})$ и $y = f(y_{\text{РФА}})$. Экспериментальные данные, полученные с использованием возбуждения флуоресценции тормозным рентгеновским излучением также хорошо укладываются на градуировочную зависимость $y = f(y_{\text{РФА}})$ (см. рис. 3 б), однако наблюдается значительный разброс экспериментальных точек относительно градуировочного графика $x = f(x_{\text{РФА}})$ (см. рис. 4 б). Объясняется это уже описанным выше эффектом, когда флуоресцентное излучение селена поглощается германием и вызывает вторичную флуоресценцию германия. Однако, если состав трехкомпонентных стекол представить в виде $\text{As}_y(\text{Ge}_{1-z}\text{Se}_z)_{1-y}$ с параметрами состава y и z , то зависимости относительных площадей спектральных линий германия и мышьяка от параметров y и z оказываются однозначными (см. рис. 5).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АНСАМБЛЕЙ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК InAs В AlGaAs В ПРИСУТСТВИИ НАНОЧАСТИЦ Ag

А.Н. Косарев¹, А.А. Кондииков², В.В. Чалдышев^{1,2}, Т.А. Вартамян²
¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
²Университет ИТМО

В структурах, где полупроводниковые квантовые точки (ПКТ) и металлические нановключения расположены близко друг к другу, возможна гибридизация экситонных и плазмонных возбуждений [1]. Это позволяет усилить взаимодействие света с веществом [2, 3] и увеличить эффективность оптоэлектронных приборов на ПКТ. Технологии производства систем A_3B_5 позволяют воспроизводимо получать наноструктуры с заданными параметрами [4–6]. Пути формирования наночастиц Ag также хорошо известны [7], это позволяет управлять параметрами систем ПКТ и наночастиц для получения взаимодействия между ними.

В данной работе исследовалась фотолюминесценция (ФЛ) ПКТ InGaAs, полученных методом Странского–Крастанова на поверхности AlGaAs. Рост проводился методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках GaAs с ориентацией (001). Слои ПКТ InGaAs зарастивались слоем AlGaAs толщиной 15 нм, покрытым защитным слоем GaAs толщиной 5 нм. На поверхность образца осаждалась 25 нм пленка Ag. Последующий отжиг при температуре 220°C (образец 2855-1) и 250°C (образец 2855-2) ведет к распаду пленки на наночастицы размера порядка 100 нм. Оптические свойства каждого образца с металлическими наночастицами сравниваются с оптическими свойствами области образца, где наночастицы были удалены.

Мы исследовали стационарные и развернутые во времени спектры ФЛ, спектры оптического отражения и пропускания света, нормально падающего на образец. Помимо этого, измерялись спектры отражения света, падающего под углом 45 градусов. Стационарная ФЛ возбуждалась при помощи лазера мощностью 90 мВ, работающего на длине волны 532 нм. Развернутая во времени ФЛ возбуждалась импульсным лазером, с длительностью импульса порядка сотен фс. Луч лазера пропускался через генератор второй гармоники, длина волны света, падающего на образец, составляла 405 нм при мощности импульса порядка 65 пДж. Для записи спектров ФЛ с разверткой по времени использовалась стрик-камера фирмы Hamamatsu. Измерения проводились в режиме счета фотонов. Для измерения спектров отражения использовалась лампа фирмы OSRAM со стабилизированным источником питания. Спектры фотолюминесценции были записаны на спектрофотометры фирмы OceanOptics с CCD на основе Si или InGaAs и были совмещены. Температура образца при измерениях ФЛ была 4.2К.

Интенсивность ФЛ в максимуме упала в 2 раза в случае образца 2855-1 и в 4 раза для образца 2855-2. В случае образца 2855-1 при добавлении наночастиц Ag изменение спектров ФЛ практически отсутствуют. Наблюдаемые времена затухания ФЛ в образце 2855-1 не зависят от наличия наночастиц Ag имеют значение порядка 260 пс. Времена затухания ФЛ практически не зависят от длины волны в области ФЛ ПКТ.

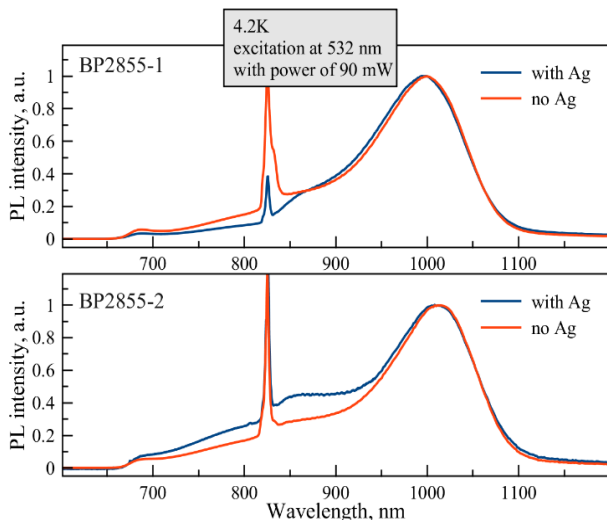


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции образца с ПКТ InGaAs, покрытыми наночастицами Ag и без них

нм. Форма спектра также осталась неизменной. С другой стороны, время затухания ФЛ после формирования наночастиц Ag осталось неизменным. Таким образом, изменение интенсивности ФЛ полностью объясняется изменением интенсивности отражения. Максимумы пиков экстинкции, связанные с плазмонами в частицах Ag, находятся на длине волны 1500 нм.

В образце 2855-2 интенсивность ФЛ сократилась в 4 раза, при этом имеется изменение формы спектра ФЛ. Добавление наночастиц Ag ведет к уменьшению интенсивности стационарной ФЛ в четыре раза и ускорению её кинетики в два раза. Уменьшение мощности возбуждения объясняет снижение интенсивности ФЛ в два раза.

На рис. 2 изображен пример наблюдаемого спектра ФЛ с временным разрешением образца 2855-1 с наночастицами Ag. На вставке к рис. 2 представлена усредненная по длине волны временная зависимость интенсивности ФЛ. Времена затухания ФЛ в образце 2855-2 сократились почти в два раза с ~ 250 нс до 130 нс.

Также были получены спектры нормального пропускания и отражения образцов 2855-1 и 2855-2, из которых была вычислена экстинкция. Сравнивая спектры экстинкции образцов с наночастицами серебра и без них, можно получить спектры экстинкции, связанные только с частицами серебра на поверхности образца (рис. 3). Видно, что пики экстинкции находятся на длине волны около 1500 нм. У образца 2855-1 экстинкция выражена сильнее, чем у образца 2855-2.

В образце 2855-1 изменение интенсивности ФЛ в 2 раза соответствует измеренному увеличению интенсивности отражения лазера на длине волны 532

Возможно, ускорение кинетики связано с ускорением безызлучательного канала рекомбинации. Другим объяснением наблюдаемого процесса может быть изменение диаграммы направленности излучения диполя, вызванное близостью металлической частицы.

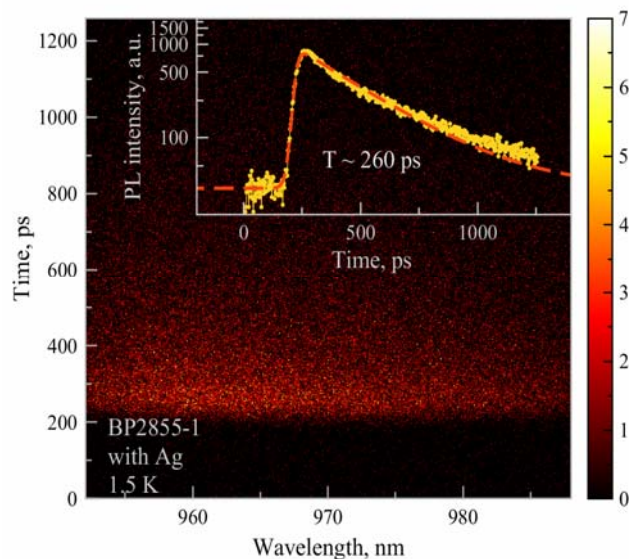


Рис. 2. Спектр ФЛ образца 2855-1 с наночастицами Ag с временным разрешением. На вставке представлена временная зависимость интенсивности ФЛ, усредненная по представленному диапазону

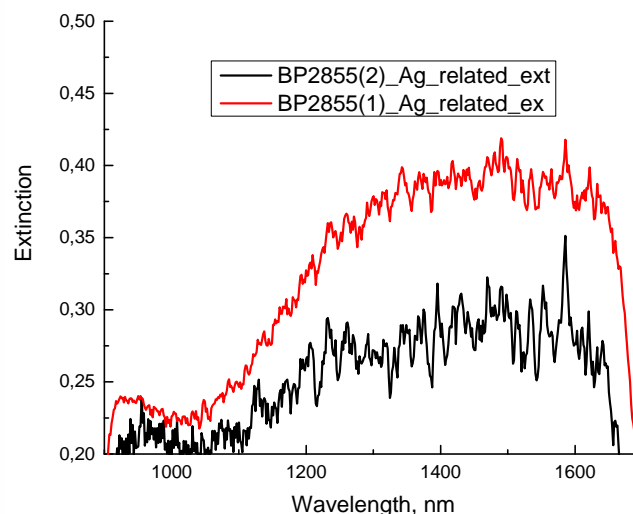


Рис. 3. Спектры экстинкции серебряных частиц образцов 2855-1 и 2855-2

Авторы благодарны Н. Торопову, И. Гладких, П. Гладких, В. Преображенскому, М. Путято, Б. Семягину, И. Акимову и М. Байеру за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Zhang, A. Govorov and G. Bryant. *Phys. Rev. Lett.*, 91, 146804 (2006).
2. А. Лямкина, С. Мощенко, Д. Дмитриев, А. Торопов, Т. Шамирзаев. *Письма в ЖЭТФ*, 99, 245 (2014).
3. А. Косарев, В. Чалдышев, В. Преображенский, М. Путято, Б. Семягин. *ФТП*, 50, 1519 (2016).
4. J. Stangl, V. Holý, G. Bauer. *RMP*, 76, 725–783 (2004).
5. N. Cherkashin, S. Reboh, M. Hýtch, A. Clavier, V. Preobrazhenskii, M. Putyato, B. Semyagin, V. Chaldyshev. *Appl. Phys. Lett.*, 102, 173115 (2013).
6. В. Неведомский, Н. Берт, В. Чалдышев, В. Преображенский, М. Путято, Б. Семягин. *ФТП*, 47, 1196 (2013).
7. J. Venables, G. Spiller and M. Hanbucken. *Rep. Prog. Phys.*, 47, 399 (1984).

СОРБЦИЯ ХРОМАТОВ И ВАНАДАТОВ ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ НА СЛАБОУСНОВНОМ АНИОНИТЕ

*Е.С. Костромитина, О.В. Черемисина, М.А. Пономарева, В.Н. Сагдиев
Санкт-Петербургский Горный университет*

Галлий – типичный представитель рассеянных элементов в земной коре, поэтому крайне редко образует промышленные скопления. Основным способом получения галлия является попутное извлечение при разработке месторождений с высокой концентрацией других элементов.

Альтернативным источником получения галлия являются алюминатные растворы, получающиеся в результате обработки алюминиевых руд растворами щелочей [1]. Дальнейшая переработка оборотных щелочных растворов (Na_2O 200–300 г/л), имеющих сложный химический и фазовый состав, затруднена из-за присутствия разнообразных примесных элементов, таких как ванадий, хром (0,2-30,0 г/л), цинк. [2]. Наличие примесей приводит к медленному выделению галлия, а иногда даже к его растворению. Методики извлечения галлия, который является побочным продуктом, подбираются таким образом, чтобы не нарушать технологических схем получения алюминия.

Одним из перспективных способов выделения галлия из оборотных промышленных растворов может стать ионный обмен. Сорбция галлия из щелочных технологических растворов достигается при помощи избирательного поглощения анионообменными смолами, а также проведением селективного элюирования.

Работа посвящена исследованию избирательного процесса сорбции галлия из щелочных растворов на слабоосновной ионообменной смоле D-403 в присутствии хромат- и ванадат-ионов, являющимися основными примесными компонентами щелочных растворов Байровского производства, и определению термодинамических характеристик сорбционного процесса.

Сорбцию хромат- и ванадат-ионов изучали из модельных растворов, приготовленных путем растворения CrO_3 и Na_3VO_4 в щелочи NaOH концентрацией 1,25 моль/кг. Сорбционные характеристики сорбции определяли методом переменных концентраций в статических условиях при температуре 298 К и соотношении фаз жидкость:твёрдое =10 и значениях ионной силы 1,26–1,39 моль/кг (NaOH).

Раствор, содержащий хромат- или ванадат-ионы, приводили в равновесие с анионитом и интенсивно перемешивали в течение 5–6 часов. Содержание галлия, алюминия, хрома и ванадия в пробах определяли спектрофотометрическим методом [3] и рентгенофлуоресцентным с помощью энергодисперсионного спектрометра Epsilon3 производства PANanalytical. Достоверность значений концентраций соответствующих металлов в исходных и равновесных растворах подтверждена сходимостью результатов указанных методов анализа. По результатам исследования были получены изотермы сорбции описаны методом линеаризации закона действующих масс, адаптированного к ионообменным равновесиям, установлена стехиометрия ионного обмена.

Рассчитаны константы и значения энергии Гиббса ионного обмена на слабоосновном анионите, характеризующие характер связи сорбированных ионов хрома и ванадия с функциональными группами ионообменной смолы. Значения констант и энергии Гиббса ионного обмена для хромат-ионов составили величины: $K=24,9\pm 1,3$ и $\Delta_r G_{298}^0=-9,4\pm 0,5$ кДж/моль, и для ванадат-ионов: $K=67,7\pm 3,3$ и $\Delta_r G_{298}^0=-12,3\pm 0,6$ кДж/моль.

На основании термодинамических величин ионного обмена, рассчитанных по экспериментальным данным, определен ряд сорбционной способности анионов металлов из щелочных растворов (табл. 1).

Таблица 1. Ряд сорбируемости анионов из щелочных растворов

Анион	GeO_3^{2-} >	$[\text{Ga}(\text{OH})_6]_{(s)}^{3-}$ >	$[\text{Al}(\text{OH})_5]_{(s)}^{2-}$ >	VO_4^{3-} >	CrO_3^{2-} >	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
$-\Delta_r G_{298}^0$, кДж/моль	19,0±0,5	15,5±0,3 (15,0±0,4 в присутствии $\text{Al}(\text{OH})_4^-$)	12,6±0,5	12,3±0,6	9,4±0,5	3,8±0,2

Селективность ионообменной смолы D-403 выше к гидроксогаллат-ионам, так как они образуют более прочную ионную пару с фиксированными ионами в матрице ионообменной смолы. Это свойство позволяет использовать данный анионит для получения галлия с высокой степенью чистоты и отделения гидроксогаллат-ионов не только от примесных анионов, но и от гидроксоалюминат-ионов, содержание которых более чем в 100 раз превышает количество редкого металла в оборотных технологических растворах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhao Z., Yang Y., Xiao Y., Fan Y. 2012. Recovery of gallium from Bayer liquor: A review. Hydrometallurgy. 125–126, 115–124.
2. Okudan M.D., Akcil A., Tucuk A., Deveci H. 2015. Recovery of Gallium and Aluminum from Electrofilter Dust of Alumina Calcination Plant in Bayer Process. Separation Science and Technology. 50 (16), 2596–2605.
3. Марченко З., Бальцежак М. 2007. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТИ ДЛЯ НАГРЕВА КАТОДА МОЩНОЙ РАДИОЛАМПЫ ГУ-81М

А.А. Молочная

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 5» городского округа Королёв (мкр. Юбилейный) Московской области

Цель работы заключается в создании установки с индукционным нагревом для получения сверхчистых сплавов левитационным способом. Для достижения цели работы надо решить несколько технических задач. Прежде всего, надо изготовить мощный высокочастотный генератор с рабочей частотой приблизительно 1 кГц. Была выбрана ламповая схема. Основными преимуществами такого выбора стали высокое рабочее напряжение до 5 кВ и даже более, практическое отсутствие шума даже при нагревании, а также устойчивость

электровacuумной лампы к кратковременным перегрузкам. Перед началом работы с мощной ламповой схемой на генераторном пентоде ГУ-81М надо было решить задачу правильного накала катода [1]. Если катод будет перегрет, то он перегорит. Если катод будет недогрет, то при высоком анодном напряжении лампа может взорваться из-за явления вырывания отрицательно заряженных металлических частиц катода сильным анодным полем. Случаи взрывов мощных радиоламп уже были, поэтому в радиотехнике действует правило: лучше слегка перегреть катод радиолампы, чем недогреть его.

В процессе работы была решена техническая задача оценки качества напряжения бытовой электросети для нагрева через трансформатор [2–4] нити накала катода радиолампы при строго заданном напряжении 11,8–13,5 В и большой силе тока 10,5 А. После доказательства возможности накала катода с помощью трансформатора ТС-160-3 надо определить, сможет ли мощный генераторный пентод ГУ-81М работать с правильным накалом при колебаниях напряжения в бытовой электросети. Величина напряжения в бытовой электросети в среднем может отклоняться от значения ~ 220 В на 10% в обе стороны. Это отклонение допускается Межгосударственным стандартом [4]. По этому стандарту напряжение в бытовой электросети должно находиться в пределах от $220\text{В} \cdot 0,9 = 198\text{В}$ до $220\text{В} \cdot 1,1 = 242\text{В}$. Следовательно, мощный генераторный пентод ГУ-81М должен надёжно работать в пределах напряжений питания первичной обмотки трансформатора 198–242 В. Прежде всего, это касается напряжения накала катода. Для изучения возможности работы пентода ГУ-81М от бытовой электросети было проведено точное измерение характеристик накала катода. Оказалось, что минимально допустимое напряжение накала катода 11,8 В достигается при напряжении в бытовой электросети 208 В, то есть на 10 В выше нижнего допустимого значения по Межгосударственному стандарту ГОСТ-32144-2013. Это означает, что для нормальной работы радиолампы нижнее отклонение напряжения бытовой электросети должно составлять не -10%, как указано в Межгосударственном стандарте ГОСТ-32144-2013, а $-(220-208)\text{В}/220\text{В} \cdot 100\% = -5,5\%$. При изучении допустимого верхнего значения напряжения бытовой электросети оказалось, что правильный накал радиолампы ГУ-81М, максимально допустимый с напряжением на катоде 13,5 В, достигается при напряжении в бытовой электросети не 242 В, а 237 В. Это означает, что допустимое превышение нормального напряжения бытовой электросети составляет не 10% по Межгосударственному стандарту ГОСТ-32144-2013, а $+(237-220)\text{В}/220\text{В} \cdot 100\% = +7,7\%$. Следовательно, необходимо поставить стабилизатор напряжения первичной обмотки трансформатора ТС-160-3. Для долгого сохранения работоспособности катода, для исключения больших пусковых токов через холодный катод в первичной цепи трансформатора был применён диммер. Электрическая схема цепи накала показана на рис. 1.

Новизной предлагаемой диммерной схемы плавного разогрева катода является шунтирование диммера после выхода схемы на максимальное рабочее напряжение [5, 6]. Напряжения питания для нагрева катода лучше сделать немного, например, на 0,2 В, выше нормального 12,6 В, но в пределах допустимых значений 11,8–13,5 В, чем немного ниже, даже на 0,1 В. Но тогда появляется другая проблема – резкий нагрев катода. Холодный катод обладает маленьким электрическим сопротивлением, поэтому в момент включения через него течёт большой ток, выше допустимого значения 10,5 А. Нить накала катода может перегореть во время включения. Лампочки освещения часто перегорают именно при включении, потому что они холодные. Появилась очередная техническая задача защиты катода дорогой радиолампы от перегорания в момент включения. Диммер приводит к дополнительному падению напряжения в первичной цепи до 15 В. В работе показано, что качество напряжения бытовой электросети не удовлетворяет техническим характеристикам для нормальной работы радиолампы, как правило, оно меньше [4]. После плавного разогрева катода необходимость в диммере отпадает, он шунтируется замыканием ключа.

Схема для определения ВАХ1 и ВАХ2

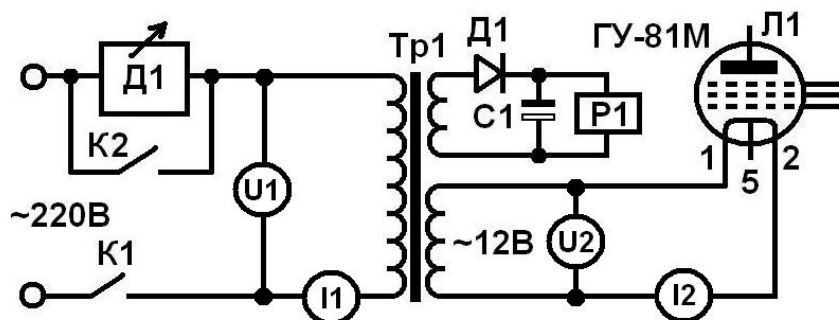


Рис. 1. Схема лабораторной установки с плавным нагревом катода

После дополнения схемы устройством для плавного разогрева катода были определены вольтамперные характеристики первичной и вторичной обмоток трансформатора ТС-160-3 с нагрузкой – нитью накала катода радиолампы ГУ-81М. В школьном кружке есть три радиолампы ГУ-81М, две из которых решено было испытать. На рис. 2 показаны полученные вольтамперные характеристики первичной и вторичной обмоток трансформатора с нагрузкой – нитью накала катода радиолампы ГУ-81М.

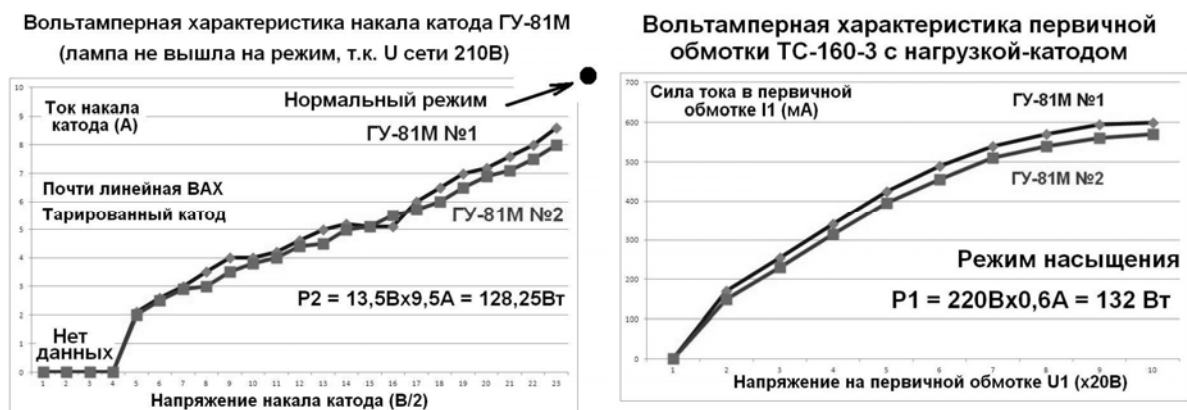


Рис. 2. Вольтамперные характеристики цепи накала

Построенные вольтамперные характеристики подтвердили правильность гипотез и принятых технических решений по правильному разогреву катода мощного генераторного пентода ГУ-81М. Была сформулирована гипотеза о защите нити накала от высокого напряжения правильным подбором силового трансформатора с режимом насыщения сердечника магнитным полем при максимально допустимой мощности, при котором ток в первичной обмотке перестаёт возрастать, как это видно на вольтамперной характеристике. Окончательное подтверждение правильности работы предложенной схемы было получено записью осциллограмм на электронном осциллографе АКИП-4115/1А.

Выводы.

1. Бытовая электросеть не обеспечивает нужное для пентода ГУ-81М качество напряжения 220В (-10%+10%), то есть 198–242В.
2. Для схемы с пентодом ГУ-81М требуется качество напряжения 220В (-5%+7%), то есть 208–237В.
3. Желателен плавный разогрев катода, например, с помощью диммера.
4. Необходимо шунтировать диммер проводом после разогрева катода.
5. В ламповых схемах опять возвращаемся к тяжёлому стабилизатору напряжения.
6. Низковольтную цепь нагрева катода можно дополнить защитой высоковольтной анодной цепи от работы при «холодном» катоде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиолампа ГУ-81М. Генераторный пентод: <https://youtu.be/aVMwBFwUUIo>.
2. Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры: Справочник. Сидоров И.Н., Скорняков С.В. – 2-е изд. – М.: "Радио и связь", "Горячая линия – Телеком", 1999. – 336 с.
3. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справ. / Н.Н. Акимов, Е.П. Ващуков, В.А. Прохоренко, Ю.П. Ходоренко. – Мн.: Беларусь, 1994. – 591 с.
4. Государственный стандарт ГОСТ-32144-2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. Молочная А.А. Защита цепи накала мощного лампового генераторного пентода ГУ-81М / VII Международная молодёжная научная школа-конференция «Современные проблемы физики и технологий», Москва, Национальный исследовательский ядерный университет (НИЯУ МИФИ), 16–21 апреля 2018: Тезисы докладов. Часть 3. – М.: НИЯУ МИФИ, 2018. – 72 с. – ISBN 978-5-7262-2468-8. – С. 48–49.
6. Молочная А.А. Физические принципы защиты мощной радиолампы. – Сентябрь, 2018 г. Электронный ресурс (видеоролик): <https://youtu.be/BCxCpHwSZFo>.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБМЕН МЕЖДУ ЦЕНТРАМИ ЖЕЛЕЗА В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПЛЕНКАХ СЕЛЕНИДА МЫШЬЯКА

А.Н. Раснюк

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Настоящая работа посвящена исследованию процесса электронного обмена между нейтральными и ионизованными состояниями примесных атомов железа в пленках стеклообразного селенида мышьяка As_2Se_3 , модифицированных железом.

Модифицирование пленок As_2Se_3 железом проводилось путем высокочастотного ионно-плазменного распыления селенида мышьяка и металлического железа в атмосфере аргона при давлении 10^{-2} Тор на частоте 13.6 МГц с последующим отжигом пленок при 150°С в течение 30 минут. Концентрация железа N_{Fe} менялась от

0.5 до 4.0 ат. %. Мессбауэровские спектры ^{57}Fe снимались в интервале температур от 80 до 400 К с источником ^{57}Co в паллади.

Авторами [1] было показано, что примесные атомы железа образуют в запрещенной зоне стеклообразного селенида мышьяка одноэлектронный уровень донорного типа с энергией ионизации 0.24 ± 0.03 эВ (энергия отсчитывается от дна зоны проводимости). Очевидно, когда уровень Ферми оказывается вблизи уровня железа, то возникает возможность электронного обмена между двумя валентными состояниями железа (Fe^{2+} и Fe^{3+}), что должно приводить к сближению величин центральных сдвигов спектров Fe^{2+} и Fe^{3+} . В пределе быстрого электронного обмена, когда время жизни состояний Fe^{2+} и Fe^{3+} будет значительно меньше времени жизни ядерного изомера ^{57m}Fe ($\sim 10^{-7}$ с), должен появиться мессбауэровский спектр «усредненного» состояния железа с центральным сдвигом $S = \frac{S_i^{80} + PS_n^{80}}{P+1}$, где $P = \frac{N_{\text{Fe}^{2+}}}{N_{\text{Fe}^{3+}}} \leq 1$, (при 80 К величина P может быть

определена из соотношения площадей под мессбауэровскими спектрами, отвечающих центрам Fe^{2+} и Fe^{3+}), S_n^{80} и S_i^{80} – центральные сдвиги мессбауэровских спектров, измеренных при температуре 80 К, отвечающих центрам Fe^{2+} и Fe^{3+} соответственно.

На рис. 1 представлены температурные зависимости центральных сдвигов мессбауэровских спектров Fe^{3+} и Fe^{2+} для случаев $N_{\text{Fe}} = 2$ ат. % (когда $P \approx 0$) и $N_{\text{Fe}} = 4$ ат. % (когда $P \approx 1$).

Для случая $P \approx 0$ в мессбауэровском спектре присутствует только квадрупольный дублет, отвечающий Fe^{3+} , центральный сдвиг которого в интервале температур 80–440 К лишь незначительно уменьшается с ростом температуры, что можно объяснить проявлением поперечного эффекта Доплера.

Для случая $P \approx 1$ в мессбауэровском спектре присутствуют два квадрупольных дублета, отвечающих центрам Fe^{3+} и Fe^{2+} , центральные сдвиги которых с повышением температуры сближаются (см. рис. 1), сами спектральные линии уширяются (рис. 2), а также уменьшается относительная площадь под спектром, отвечающим центрам Fe^{2+} (рис. 3).

Спектры и результаты их обработки на рис. 1, 2 и 3 иллюстрируют типичную картину электронного обмена между двумя валентными состояниями железа Fe^{2+} и Fe^{3+} . Уменьшение относительной площади под спектром, отвечающим центрам Fe^{2+} , свидетельствует не об уменьшении с ростом температуры концентрации центров Fe^{2+} , а о более резкой температурной зависимости коэффициента Мессбауэра для соединений двухвалентного железа по сравнению с соединениями трехвалентного железа.

Учитывая, что локальная симметрия центров Fe^{2+} и Fe^{3+} ниже кубической, то следует ожидать, что электронный обмен должен сопровождаться изменением тензора градиента электрического поля (ГЭП), т.е. с ростом температуры должны изменяться квадрупольные расщепления мессбауэровских спектров Fe^{2+} и Fe^{3+} . Если валентные оболочки мессбауэровского атома полностью (или наполовину) заполнены (типичный пример Fe^{3+}), то для такого атома при расчетах ГЭП следует учитывать только заряды соседних атомов, величина Δ оказывается незначительной, а ее температурная зависимость определяется температурными зависимостями межатомных расстояний кристалла или структурной сетки стекла и, как правило, является очень слабой. Если же валентные оболочки мессбауэровского атома заполнены лишь частично (типичный пример Fe^{2+}), то основным источником ГЭП являются валентные электроны – величина Δ существенно возрастет, а с ростом температуры она заметно уменьшается.

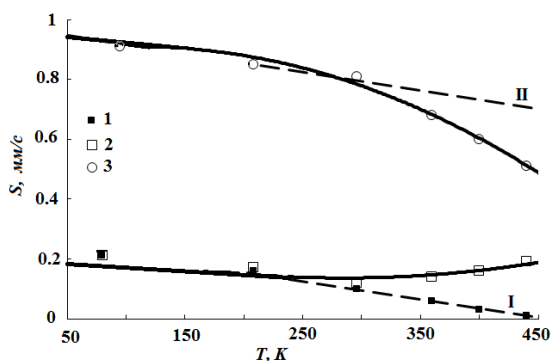


Рис. 1

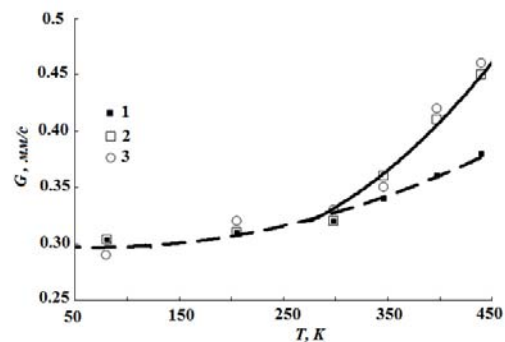


Рис. 2

Рис. 1. Температурные зависимости центральных сдвигов мессбауэровских спектров центров Fe^{3+} в пленках As_2Se_3 для концентрации железа 2 ат. % (1) и 4 ат. % (2) и центров Fe^{2+} для концентрации железа 4 ат. % (3). Пунктирами показаны температурные зависимости центральных сдвигов мессбауэровских спектров центров Fe^{3+} (I) и центров Fe^{2+} (II), определяемые согласно температурной зависимости квадратичного доплеровского сдвига для мессбауэровских спектров ^{57}Fe

Рис. 2. Температурные зависимости ширин спектральных линий мессбауэровских спектров центров Fe^{3+} в пленках As_2Se_3 для концентрации железа 2 ат. % (1) и 4 ат. % (2) и центров Fe^{2+} для концентрации железа 4 ат. % (3)

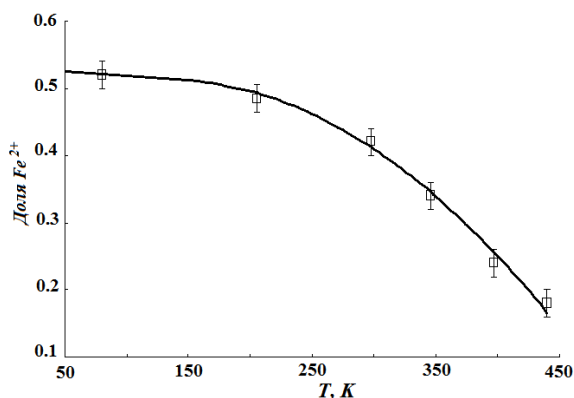


Рис. 3

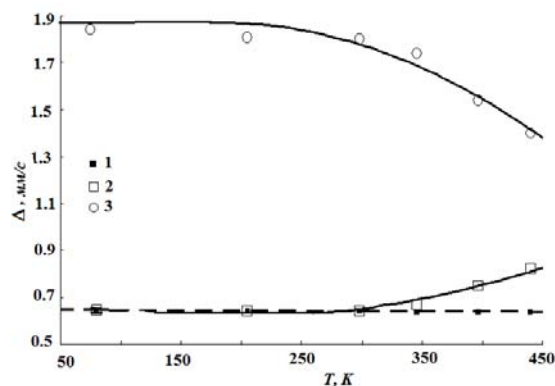


Рис. 4

Рис. 3. Температурная зависимость доли Fe^{2+} в мессбауэровских спектрах $As_2Se_3:^{57}Fe$ при $N_{Fe} = 4$ ат. %

Рис. 4. Температурные зависимости квадрупольного расщепления Δ мессбауэровских спектров центров Fe^{3+} в пленках As_2Se_3 для концентрации железа 2 ат. % (1) и 4 ат. % (2) и центров Fe^{2+} для концентрации железа 4 ат. % (3)

На рис. 4 представлены температурные зависимости квадрупольных расщеплений мессбауэровских спектров ^{57}Fe , отвечающих центрам Fe^{2+} и $^{57}Fe^{3+}$. Видно, что в интервале температур 80–400 К для случая концентрации железа в пленках менее 2 ат. % (железо стабилизируется только в состоянии Fe^{3+}) наблюдаются малая величина квадрупольного расщепления Δ_i и ее незначительное уменьшение с ростом температуры, что и следовало ожидать для трехвалентного состояния железа. Для случая концентрации железа 4 ат. % (железо стабилизируется в двух равнозаселенных состояниях Fe^{3+} и Fe^{2+}) в интервале температур 80–350 К для спектров Fe^{3+} наблюдаются малые величины Δ_i и их уменьшение с ростом температуры, тогда как при дальнейшем возрастании температуры величина Δ_i начинает аномально увеличиваться. Для этих же образцов для спектров Fe^{2+} величина квадрупольного расщепления существенно выше и скорость ее уменьшения с ростом температуры имеет две области: при температурах 80–350 К квадрупольное расщепление заметно уменьшается, и при $T > 350$ К это уменьшение становится более резким. Иными словами, с ростом температуры наблюдается сближение величин квадрупольного расщепления мессбауэровских спектров Fe^{3+} и Fe^{2+} в пленках стеклообразного селенида мышьяка, что свидетельствует о сближении параметров тензора ГЭП на ядрах атомов нейтральных и ионизованных донорных центров железа.

Таким образом, в стеклообразных пленках селенида мышьяка, модифицированного железом, обнаружены центры Fe^{2+} и Fe^{3+} , которые соответствуют нейтральному и ионизованному состояниям донорного одноэлектронного центра железа. С ростом температуры наблюдается сближение как величин центрального сдвига мессбауэровских спектров Fe^{3+} и Fe^{2+} , так и сближение величин квадрупольного расщепления этих спектров, что свидетельствует о выравнивании как электронной плотности, так и параметров тензора ГЭП на ядрах атомов нейтральных и ионизованных донорных центров железа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко А.В., Рабчанова Т.Ю., Серегин П.П., Жаркой А.Б., Бобохужаев К.У. Природа электрической активности примесных атомов железа в стеклообразном селениде мышьяка. Физика и химия стекла. 2016. Т. 42. № 3.

ДВУХЭЛЕКТРОННЫЙ ОБМЕН МЕЖДУ ЦЕНТРАМИ ОЛОВА В ХАЛЬКОГЕНИДАХ СВИНЦА

Е.Н. Раснюк

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Настоящая работа посвящена исследованию процесса электронного обмена между центрами шести координированного четырех- и двухвалентного олова (Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+}) в сульфиде и селениде свинца методом эмиссионной мессбауэровской спектроскопии на изотопах ^{119m}Sn (^{119m}Sn) и ^{119}Sb (^{119m}Sn).

Твердые растворы $Pb_{1-x-y}Sn_x(Na,Tl)_yS$ и $Pb_{1-x-y}Sn_x(Na,Tl)_ySe$, содержащие ^{119m}Sn , получали сплавлением исходных. Мессбауэровские источники готовили с использованием препарата металлического ^{118}Sn , облученного потоком тепловых нейтронов. Мессбауэровские источники PbS и $PbSe$, содержащие ^{119}Sb , готовились путем сплавления образцов с безносительным препаратом ^{119}Sb , так что оценочная концентрация

примесных атомов сурьмы не превышала 10^{17} см^{-3} . Мессбауэровские спектры измерялись с резонансным сцинтилляционным детектором, изомерные сдвиги даны относительно поглотителя SnO_2 .

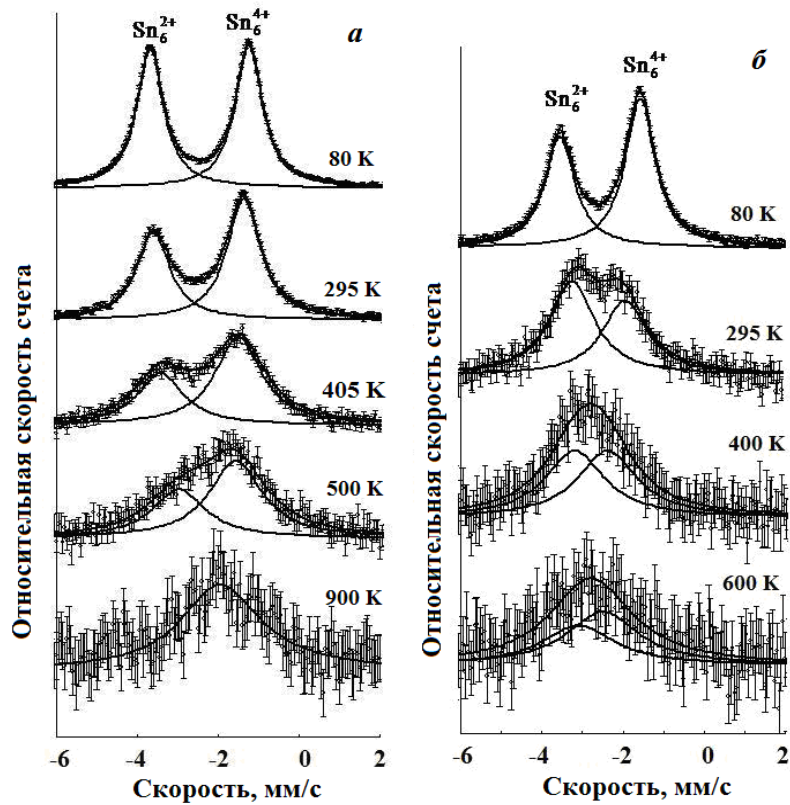


Рис. 1. Эмиссионные мессбауэровские спектры ^{119m}Sn (^{119m}Sn) твердых растворов $\text{Pb}_{0.96}\text{Sn}_{0.02}\text{Na}_{0.01}\text{Tl}_{0.01}\text{S}$ (а) и $\text{Pb}_{0.965}\text{Sn}_{0.015}\text{Na}_{0.01}\text{Tl}_{0.01}\text{Se}$ (б) PbSe (з) при различных температурах

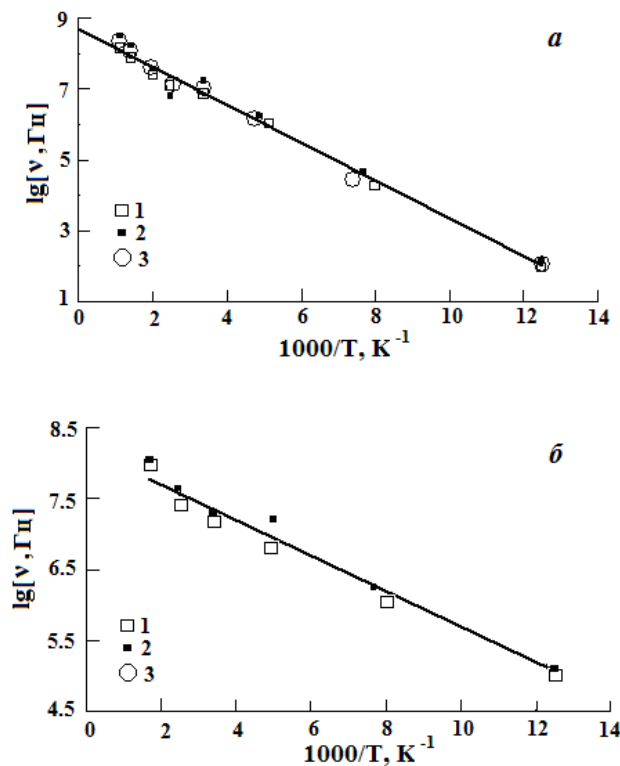


Рис. 2. Зависимость частоты электронного обмена между двух- и четырехвалентным оловом от температуры в PbS (а) (1 – $\text{Pb}_{0.96}\text{Sn}_{0.02}\text{Na}_{0.01}\text{Tl}_{0.01}\text{S}$, содержащего ^{119m}Sn ; 2 – $\text{Pb}_{0.99}\text{Sn}_{0.05}\text{Na}_{0.05}\text{S}$, содержащего ^{119m}Sn ; 3 – PbS , содержащего ^{119}Sb) и PbSe (б) (1 – $\text{Pb}_{0.965}\text{Sn}_{0.015}\text{Na}_{0.01}\text{Tl}_{0.01}\text{Se}$, содержащего ^{119m}Sn ; 2 – $\text{Pb}_{0.988}\text{Sn}_{0.005}\text{Na}_{0.007}$, содержащего ^{119m}Sn ; 3 – PbS , содержащего ^{119}Sb)

Были исследованы температурные зависимости центрального сдвига эмиссионных мессбауэровских спектров $^{119m}\text{Sn}(^{119m}\text{Sn})$ образцов сульфида и селенида свинца, содержащих одновременно нейтральное Sn_6^{2+} и ионизованное Sn_6^{4+} состояния примесных атомов олова (рис. 1). С повышением температуры линии Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} в спектрах уширяются и сближаются. Спектры на рис. 1 *a* иллюстрируют типичную картину электронного обмена между двумя состояниями Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} . Отсутствие в спектрах промежуточного зарядового состояния центров олова Sn_6^{3+} свидетельствует, что обмен осуществляется путем переноса одновременно двух электронов.

С целью выяснения влияния концентрации примесных атомов олова на частоту электронного обмена между центрами олова, был проведено исследование указанного процесса в PbS и PbSe с использованием эмиссионной мессбауэровской спектроскопии на изотопах $^{119}\text{Sb}(^{119m}\text{Sn})$. Мессбауэровские спектры в интервале температур 80–300 К отвечали одновременно центрам шестикоординированного олова в анионной подрешетке Sn^0 (одиночная линия с центральным сдвигом, типичным для интерметаллических соединений олова), а также выше рассмотренным центрам Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} . Повышение температуры приводит к сближению линий Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} с одновременным их уширением. Это объясняется процессами электронного обмена между нейтральными и ионизованными центрами олова. Учитывая малую концентрацию примеси олова для PbS и PbSe, содержащих ^{119}Sb ($\sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$) можно сделать вывод, что электронный обмен реализуется с использованием состояний валентной зоны, а отсутствие в мессбауэровских спектрах состояния Sn_6^{3+} указывает на то, что обмен осуществляется одновременным переносом двух электронов.

Результаты обработки всех спектров сведены на рис. 2, где показана температурная зависимость частоты электронного обмена $\nu = \tau^{-1}$ между центрами Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} . Энергия активации обмена для твердых растворов на основе PbS составляет 0.11(2) эВ. Это соответствует расстоянию уровня Ферми от вершины валентной зоны в частично компенсированных дырочных твердых растворах $\text{Pb}_{1-x-y}\text{Sn}_x\text{Na}_y\text{S}$ в области низких температур [1] и указывает на то, что электронный обмен между центрами Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} в PbS реализуется с использованием состояний валентной зоны. Энергия активации обмена для твердых растворов на основе PbSe составляет 0.05(1) эВ, и это соответствует корреляционной энергии донорных U -минус центров олова в селениде свинца [1] и указывает на то, что электронный обмен между центрами Sn_6^{4+} и Sn_6^{2+} в PbSe реализуется с использованием состояний валентной зоны. В пользу указанных механизмов электронного обмена свидетельствует и тот факт, что обмен наблюдается в области малых концентраций олова, когда невозможен процесс непосредственного обмена электронами между центрами олова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бордовский Г.А., Немов С.А., Марченко А.В., Серегин П.П. Мессбауэровские исследования двухэлектронных центров с отрицательной корреляционной энергией в кристаллических и аморфных полупроводниках. Физика и техника полупроводников. 2012. Т. 46. С. 3–23.

ОПТИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВИНЦОВО-ГАЛОГЕНИДНЫХ ПЕРОВСКИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ

П.А. Тонкаев, Г.П. Зограф, С.В. Макаров
Университет ИТМО

Фотоника – одно из перспективных сейчас направлений исследований. Среди современных устройств нанофотоники одним из наиболее важных являются оптические модуляторы. Большинство из них в своей основе имеет оптический элемент с нелинейным эффектом. Для работы такого элемента необходимы большие мощности, следствием использования которых является паразитический нагрев [1]. Так как размер устройств очень мал, то для отвода тепла нужны новые эффективные способы.

Одним из способов решения поставленной проблемы является оптическое охлаждение [2]. В основе принципа лежит поглощение света с энергией меньшей чем ширина запрещенная зона и дальнейшая фотолюминесценция с энергией большей поглощенной за счёт энергии фононов. Оптическое охлаждение было достигнуто на стёклах допированных Yb^{3+} [3], полупроводниковых структурах [4], а также на плёнках перовскита [5].

Перовскитами называются класс гибридных веществ ABX_3 , где А – органическая компонента, например, метиламмоний (CH_3NH_3^+), В – катион металла, например, Pb, а X – галоген (I, Br). Структуры на основе таких соединений нашли своё применение в качестве материалов для фотовольтаических элементов [6] и светодиодов [7]. Большой интерес к перовскитам обусловлен наличием в них экситонов при комнатной температуре. Эти

квазичастицы позволяют эффективно транспортировать энергию, а также эффективно излучать свет. Именно эта способность позволяет наблюдать оптическое охлаждение в перовскитных структурах.

В этой работе мы излагаем принципиально новую концепция оптического охлаждения в основе которой лежит использование резонансных наночастиц перовскита. Для эффективного охлаждения света необходимо отстройка по энергии между излученным и поглощенным светом. Объемные материалы почти прозрачны для

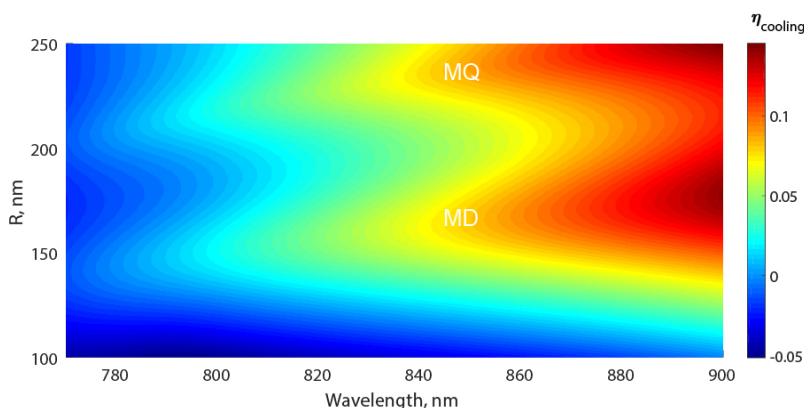


Рис. 1. Значение коэффициент охлаждения сферической наночастиц MAPbI_3 в зависимости от её радиуса и длины волны падающего излучения

света с энергией меньше запрещённой зоны. Свет при взаимодействии с частицами, размер которых меньше длины волны излучения, возбуждает собственные Ми-моды. При этом на резонансных длинах волн возрастает эффективность поглощения света, что позволяет сделать большую отстройку накачки от энергии фотолюминесценции.

Ещё одним преимуществом использования наночастиц является возможность увеличить квантовый выход за счёт эффекта Парселла: на определённых длинах волн за счёт окружения свет излучается быстрее

[8]. При совпадении этой длины волны с длиной волны фотолюминесценции запасённая энергия может эффективно излучаться, что способствует охлаждению.

Параметром, показывающим возможность оптического охлаждения, является коэффициент охлаждения, который определяется как отношение разницы излучённой и поглощенной энергий к поглощённой. На рис. 1 представлено значение коэффициента отражения в зависимости от длины волны накачки и радиуса наночастицы MAPbI_3 в воздухе. MD и MQ – магнитный диполь и магнитный квадруполь, соответственно. Расчёт получен решением кинического уравнения для носителей заряда в сферической наночастице при взаимодействии со светом с применением теории рассеяния Ми. Как можно видеть из рисунка коэффициент отражения монотонно увеличивается с ростом длины волны. На фоне это плавного возрастания заметны два пика, которые соответствуют возбуждению резонансных состояний в наночастице – магнитного диполя и магнитного квадруполя.

Таким образом теоретически показана возможность оптического охлаждения сферических наночастиц MAPbI_3 за счёт возбуждения MQ и MD мод. Достигнут коэффициентом охлаждения до 15% в исследуемом диапазоне длин волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sergey V. Makarov, Anastasia S. Zalogina, Mohammad Tajik, Dmitry A. Zuev, Mikhail V. Rybin, Aleksandr A. Kuchmizhak, Saulius Juodkazis, and Yuri Kivshar. Light-Induced Tuning and Reconfiguration of Nanophotonic Structures. *Laser Photonics Rev.* 2017 11 1700108.
2. Mansoor Sheik-Bahae & Richard I. Epstein Optical refrigeration. *Nature Photonics* 2007 1 693–699.
3. Bowman, S. & Mungan. New materials for optical cooling. *Appl Phys B.* 2000 71 807–811.
4. Jun Zhang, Dehui Li, Renjie Chen & Qihua Xiong. Laser cooling of a semiconductor by 40 kelvin. *Nature* 2013 493 504–508.
5. Ha S.T., Shen C., Zhang J. and Xiong Q. Laser cooling of organic-inorganic lead halide perovskites. *Nature Photonics.* 2016 10 115.
6. Kojima, A.; Teshima, K.; Shirai, Y.; Miyasaka, T. Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for Photovoltaic Cells. *Journal of the American Chemical Society.* 2009 131 6050.
7. Tan, Z.K.; Moghaddam; Lai, M.L.; Docampo, P.; Higler, R.; Deschler; Price, M.; Sadhanala, A.; Pazos, L.M.; Credgington, D.; Hanusch, F.; Bein, T.; Snaith, H.J.; Friend, R.H. Bright light-emitting diodes based on organometal halide perovskite. *Nature Nanotechnology.* 2014 9 687–692.
8. E.Y. Tiguntseva, G.P. Zograf, F.E. Komissarenko, D.A. Zuev, A.A. Zakhidov, S.V. Makarov, and Y.S. Kivshar. Light-Emitting Halide Perovskite Nanoantennas. *Nano Lett.* 2018 18 (2) 1185–1190.

ВЛИЯНИЕ ПОСТРОСТОВОЙ ОБРАБОТКИ НА УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРАФЕНА

Д.Н. Тонков¹, О.А. Мартынова¹, В.Э. Гасумянц^{1, 2}

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

² Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Графен — аллотропная двумерная модификация углерода с гексагональной кристаллической структурой. Из-за своих уникальных свойств, в частности, высокой подвижности носителей (выше $2 \cdot 10^5 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ [1]), графен применяется во многих областях электроники: от транзисторов [2] до биохимических сенсоров [3] и OLED-диодов (organic light emitting diodes — органические светодиоды) [4]. Графен не обязательно может получиться однослойным — число слоёв может изменяться в зависимости от параметров синтеза и метода переноса на рабочую подложку. Кроме того, в силу особенностей процедуры получения и переноса графена на подложку, свойства полученных при фиксированных параметрах синтеза образцов могут достаточно сильно отличаться. При переносе на рабочую подложку возможно возникновение как структурных дефектов в образцах, так и налипание различных примесей на поверхность графеновых слоёв. Поэтому для достижения необходимых для тех или иных практически важных устройств параметров полученные графеновые слои подвергают дополнительной обработке различного типа: легированию, интеркаляции, облучению, отжигу [5–8].

В данной работе исследовалось влияние отжига в смеси газов водорода и аргона, в отношении один к девяти, на значение удельного сопротивления графеновых слоёв. После непосредственного переноса образцов на подложку Si/SiO₂, один из них был подвергнут отжигу при $T = 250 \text{ }^\circ\text{C}$, а второй — при $T = 400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Образцы были получены CVD-методом (chemical vapor deposition – осаждение из парогазовой фазы). Синтез производился на медной фольге толщиной 25 мкм, которая предварительно обрабатывалась в атмосфере аргон + водород при высокой температуре в течение часа. Затем производилось осаждение углерода на медную подложку при температуре 1000 °C в течение 15 минут, давление — 2.4 мбар. После этого образец резко охлаждался, затем полученный графен переносился на подложку Si/SiO₂ с помощью ПММА плёнки: плёнка приклеивалась к графену, синтезированному на медной фольге, которая затем вытравливалась с помощью FeCl₃ при температуре 200 °C. В результате были получены образцы с одним-двумя слоями графена.

Измерения температурной зависимости сопротивления исследованных образцов проводились на переменном токе методом ван дер Пау. Образец опускался в дьюар с жидким азотом и постепенно поднимался, чтобы обеспечить повышение температуры до комнатной.

Результаты измерения температурной зависимости удельного сопротивления приведены на рис. 1. Здесь показаны четыре кривые — две из них измерены непосредственно после переноса графена на кремниевую подложку, две — на этих же образцах после проведения дополнительного отжига. Видно, что удельное сопротивление образца, который отжигался при температуре 250 °C, уменьшилось, в то время как для образца, обработанного при $T = 400 \text{ }^\circ\text{C}$, удельное сопротивление увеличилось.

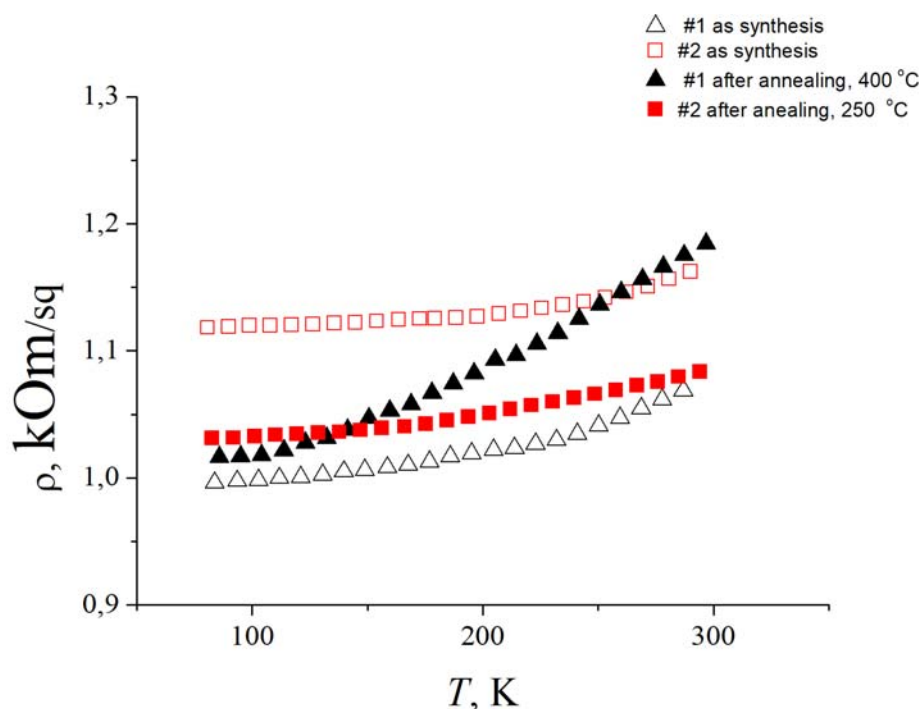


Рис. 1. Температурные зависимости удельного сопротивления двух образцов графена: до (пустые символы) и после (закрашенные символы) отжига.

Можно предположить, что отжиг графена сопровождается двумя одновременно протекающими процессами — удалением примесей с поверхности образца (очисткой) и образованием дополнительных дефектов. В зависимости от использованной температуры отжига степень влияния этих двух процессов на свойства обработанных образцов может быть различной. При относительно низкой температуре преобладает процесс очистки — ионы аргона зацепляют гидроксильные и карбоксильные примесные группы и уносят их с поверхности образца, в результате чего его удельное сопротивление уменьшается. При высокой температуре отжига поверхность образца также очищается, но одновременно происходящее образование дефектов преобладает над очисткой — энергия ионов аргона возрастает, в результате чего бомбардировка ими поверхности образца приводит к образованию в его структуре вакансий или налипанию ионов Ag и H₂ на эту поверхность.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что для очистки поверхности графена с целью уменьшения его сопротивления перспективно использовать отжиг образцов в смеси Ag и H₂ при относительно низких температурах. Для получения более точных данных об оптимальных параметрах отжига в смеси аргон/водород на сопротивление графена необходимо проведение дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. M.J. Allen, V.C. Tung and R.B. Kaner, Honeycomb Carbon: A Review of Graphene, Chem. Rev. 2010, 110, 132–145.
2. F. Schwierz, Graphene transistors, Nature Nanotechnology, 2010, 5, 487–496.
3. Y. Shao, J. Wang, H. Wu, J. Liu, I.A. Aksay, Y. Lin, Graphene Based Electrochemical Sensors and Biosensors: A Review, Electroanalysis, 2010, 22, 1027–1036.
4. T. Han, Y. Lee, M. Choi, S. Woo, S. Bae, B.H. Hong, J. Ahn and T. Lee, Extremely efficient flexible organic light-emitting diodes with modified graphene anode, Nature Photonics, 2012, 6, 105–110.
5. H. Liu, Y. Liu, B. Zhu, Chemical doping of graphene, Journal of Materials Chemistry, 2011, 21, 3253–3496.
6. E. Grånäs, M. Andersen, M.A. Arman, T. Gerber, B. Hammer, J. Schnadt, J.N. Andersen, T. Michely, J. Knudsen, CO Intercalation of Graphene on Ir(111) in the Bar regime, J. Phys. Chem. C, 2012, 6(11), 9951–9963.
7. L. Tapasztó, G. Dobrik, P. Nemes-Incze, G. Vertesy, Ph. Lambin, L.P. Biró, Tuning the electronic structure of graphene by ion irradiation, Physical Review B, 2008, 78, 233407.
8. W. Choi, Y. Seo, J. Park, K. Kim, J. Jung, N. Lee, Y. Seo, and S. Hong, Effect of Annealing in Ar/H₂ Environment on Chemical Vapor Deposition-Grown Graphene Transferred With Poly (Methyl Methacrylate), IEEE Transaction on nanotechnology, 2015, 14, 70–74.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ОСВЕЩЁННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТОЧЕЧНЫМИ И РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

Е.Д. Федорова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Мытищинский филиал

Цель работы заключается в предложении перспективного бестеневого распределённого источника света как устройства, позволяющего экономить электроэнергию. Новизна исследования связана с устранением теней и полутеней, что позволяет уменьшить количество источников света. Метод решения задач основан на сравнительном анализе эффективности различных осветительных устройств и сводится к вычислению поверхностных интегралов второго рода аналитически или численно компьютерными методами.

Результаты исследования актуальны не только для строительства, но и для микроэлектроники при разработке перспективных оптических пар «светодиод-фотодиод». В оптопарах источником излучения может служить квантовая точка, квантовый канал (линия) или квантовая яма (поверхность). Для фотоприёмника важно определить количество полученной от излучателя энергии, например, по предлагаемой методике.

В современных проектах основным осветительным прибором остаётся лампочка накаливания, то есть точечный источник света. Даже при переходе к энергосберегающим технологиям физическая сущность процесса освещения комнат и помещений не изменилась. Изменился только способ получения световой энергии, но остались проблемы с тенями, полутенями, нецелевыми потерями энергии излучения и лишним, необоснованным расходом энергии в различных дизайнерских и архитектурных решениях. Постепенный переход к энергосберегающим осветительным лампам не изменил геометрической основы источника света – это светящаяся точка. Целью работы является энергосбережение за счёт применения бестеневых распределённых источников света, как линейных, так и поверхностных, а в перспективе даже объёмных. При новом способе освещения уже не точка будет испускать световой поток, а отрезок, линия или поверхность, например, весь потолок или окно будут светиться равномерно.

Современный уровень развития техники требует изучить распределённые источники света. Такие источники применяются в виде длинных ламп, в которых сила света распределена по длине. Для изучения характеристик нового распределённого источника света «окно-занавеска» заказана для изготовления опытная установка. Предлагаемый новый источник света может быть встроен в пространство между стёклами в оконных стеклопакетах. Пространство между стёклами заполняется смесью газов для обеспечения цвета светящейся плазмы по желанию Заказчика. При отсутствии электрического питания – это обычное окно с прозрачными стёклами. При подаче электрического питания разреженный газ или смесь газов в нутрии стеклопакета начинает светиться, окно перестаёт быть прозрачным. Одновременно окно становится почти бестеневым распределённым источником света. Электропитание для свечения плазмы внутри стеклопакета может быть выполнено как контактным способом, аналогично автомобильным ксеноновым фарам, так и бесконтактным способом, например, с помощью резонансного высокочастотного генератора электромагнитных волн (генератора Тесла). Такие источники уже широко применяются в виде, например, длинных трубчатых ламп дневного света, в которых сила света распределена по длине. Уже есть светящиеся поверхности, но их назначение несколько другое, дизайнерское. В этой работе предлагается экономить энергию за счёт отсутствия теней и рационального использования излучения.

Выводы.

1. Центральный источник, то есть лампочка накаливания, является рациональным с позиции суммарного потока излучения через поверхность освещаемого квадрата.
2. Угловые источники света, которые часто встречаются в современных дизайнерских предложениях – это очень затратный вариант с позиции энергосбережения.
3. Линейный распределённый источник света практически близок по энергосбережению к первому, самому рациональному варианту с большой мощностью.
4. Анализ трёх вариантов освещения поверхности квадрата позволил сформулировать важную для дальнейших исследований научно-техническую гипотезу: в настоящее время есть смысл изучить возможность перехода от точечных источников света к распределённым, причем не только линейным, но и поверхностным и даже объёмным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элементарный учебник физики. Учеб. пособие. В 3-х т. / Под ред. Г.С. Ландсберга: Т.3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – 13-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 656 с.
2. Интегралы и ряды. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. – 800 с.
3. Библиотека светотехника. Вып. 1-32. – М.: Изд. «Энергия», 1977–2014.

АНТИСТРУКТУРНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТЕКЛАХ

К.Б. Шахович

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Антиструктурные дефекты – это дефекты, возникающие в соединениях из-за взаимного обмена местами атомов различной химической природы. В настоящей работе приводятся результаты экспериментального наблюдения атомов олова и теллура, входящих в состав антиструктурных дефектов в стеклообразных полупроводниковых сплавах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$. Для этой цели был использован эмиссионный вариант мессбауэровской спектроскопии на изотопах $^{119\text{m}}\text{Sn}(^{119\text{m}}\text{Sn})$, $^{119\text{m}}\text{Te}(^{119\text{m}}\text{Sn})$, $^{125}\text{Sn}(^{125}\text{Te})$ и $^{125\text{m}}\text{Te}(^{125}\text{Te})$, что позволило стабилизировать примесные атомы олова и атомы теллура в несвойственных им положениях после цепочки радиоактивных распадов материнских ядер. Для идентификации структурных позиций атомов теллура в стеклах использовалась эмиссионная мессбауэровская спектроскопия на изотопах $^{129\text{m}}\text{Te}(^{129}\text{I})$.

Изомерные сдвиги мессбауэровских спектров $^{119\text{m}}\text{Sn}$, ^{125}Te и ^{129}I приводятся относительно указанных выше поглотителей. Параметры спектров сведены в табл. 1.

Мессбауэровская спектроскопия на изотопе ^{119}Sn .

Мессбауэровские спектры $^{119\text{m}}\text{Sn}$ стекол представляют собой либо одиночные уширенные линии, либо суперпозицию двух уширенных линий (ширина на полувысоте составляла $\sim 1.04\text{--}1.06$ мм/с). Поскольку атомы олова и германия находятся в главной подгруппе четвертой группы таблицы Менделеева и известно свойство атомов олова изовалентно замещать атомы германия в структурной сетке стекол, то ожидалось, что в случае материнских атомов $^{119\text{m}}\text{Sn}$ дочерний зонд $^{119\text{m}}\text{Sn}$ в стеклообразных сплавах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ должен оказаться в узлах германия.

Мессбауэровские спектры $^{119\text{m}}\text{Sn}$ стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ с материнскими атомами $^{119\text{m}}\text{Sn}$ представляют собой одиночные линии с изомерными сдвигами $IS \sim 2.05\text{--}2.09$ мм/с (см. таблицу). Эти сдвиги близки к изомерному сдвигу мессбауэровского спектра ^{119}Sn серого олова, в котором олово образует тетраэдрическую систему химических связей (это состояние олова обозначим как Sn-IV). Поскольку германий в стеклообразных сплавах $\text{Ge}_{1-x}\text{Te}_x$ образует тетраэдрическую систему связей, то можно утверждать, что в

стеклах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ олово, как и ожидалось, изовалентно замещает четырех координированный германий, повторяя структуру его химических связей, и образует структурный дефект замещения.

В случае материнских атомов ^{119m}Te дочерний зонд ^{119m}Sn в стеклообразных сплавах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ а priori должен оказаться в узлах теллура, т.е. должен представлять собой антиструктурный дефект. Мессбауэровские спектры ^{119m}Sn стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ с материнскими атомами ^{119m}Te представляют собой суперпозицию двух одиночных линий различной интенсивности (см. таблицу). Менее интенсивная линия отвечает атомам ^{119m}Sn , смещенным из узлов теллура в узлы германия вследствие энергии отдачи, возникающей при радиоактивном распаде материнских атомов теллура (доля таких атомов не превышает 0.1). Изомерный сдвиг этой линии соответствует состоянию Sn-IV (см. табл. 1). Более интенсивные линии в этих спектрах имеют изомерный сдвиг $IS \sim 3.16$ мм/с, который соответствует изомерным сдвигам мессбауэровских спектров интерметаллических соединений олова (это состояние олова обозначим как Sn^0).

Таблица 1. Параметры эмиссионных мессбауэровских спектров ^{119m}Sn , ^{125}Te и ^{129}I стекол

Состав	Изотопы	IS , мм/с	C , мм/с	S , отн.ед.	Локализация зонда
$\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$	$^{119m}\text{Sn}(^{119m}\text{Sn})$	2.05			^{119m}Sn в узлах Ge
$\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}$	$^{119m}\text{Sn}(^{119m}\text{Sn})$	2.09			^{119m}Sn в узлах Ge
$\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$	$^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$	3.17		0.95	^{119m}Sn в узлах Te
		2.06		0.05	^{119m}Sn в узлах Ge
$\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}$	$^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$	3.16		0.90	^{119m}Sn в узлах Te
		2.07		0.05	^{119m}Sn в узлах Ge
$\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$	$^{125}\text{Sn}(^{125}\text{Te})$	0.65	7.00		^{125}Te в узлах Ge
$\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}$	$^{125}\text{Sn}(^{125}\text{Te})$	0.62	6.80		^{125}Te в узлах Ge
$\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}$	$^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$	0.12	16.90		^{125}Te в узлах Te
$\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$	$^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$	0.22	16.70		^{125}Te в узлах Te
$\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$	$^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$	1.25	-17.6	0.15	^{129}I в узлах Te-I
		0.94	-23.8	0.85	^{129}I в узлах Te-II
$\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}$	$^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$	1.23	-17.7	0.17	^{129}I в узлах Te-I
		0.97	-23.6	0.83	^{129}I в узлах Te-II
Te	$^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$	3.02	0.67		^{119}Sn в узлах Te
	$^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$	0.99	14.70		^{125}Te в узлах Te
	$^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$	1.15	-16.7		^{129}I в узлах Te

Примечания: IS – изомерный сдвиг спектров (погрешности в определении для изотопов ^{119m}Sn , ^{125}Te и ^{129}I составляет ± 0.01 , ± 0.06 и ± 0.02 мм/с соответственно); C – постоянная квадрупольного взаимодействия (погрешности в определении для изотопов ^{125}Te и ^{129}I составляет ± 0.09 и ± 0.04 мм/с соответственно); S – площадь под нормированным мессбауэровским спектром (погрешности в определении для изотопов ^{119m}Sn и ^{129}I составляет ± 0.02 и ± 0.05 соответственно).

Информацию о числе структурно неэквивалентных позиций теллура и их локальной симметрии в стеклах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ можно получить с использованием эмиссионной мессбауэровской спектроскопии на изотопах $^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$. Мессбауэровские спектры ^{129}I с материнскими атомами ^{129m}Te стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ представляют собой суперпозицию двух квадрупольных мультиплетов, различающихся как по интенсивности, так и по величине постоянной квадрупольного взаимодействия $C = eQU_{zz}$ (здесь e – заряд электрона, Q – квадрупольный момент ядра-изомера мессбауэровского изотопа, U_{zz} – главная компонента тензора градиента электрического поля на ядре) (см. таблицу). Иными словами, в стеклах локальная симметрия атомов теллура ниже кубической и теллур занимает две структурно неэквивалентные позиции Te-I и Te-II, причем чем меньше величина C для позиции теллура, тем меньше ее заселенность.

Иными словами, имеется очевидное противоречие данных мессбауэровской спектроскопии на изотопах $^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$ и $^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$. Это может быть следствием различного характера перестроения локального окружения узла структурной сетки стекла при заселении его конкретным мессбауэровским зондом. Поскольку составы исследованных стекол обогащены теллуrom, то для иллюстрации возможности возникновения описанной выше ситуации были измерены мессбауэровские спектры элементарного теллура с использованием изотопов $^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$, $^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$ и $^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$. Мессбауэровский спектр ^{119m}Sn с материнскими атомами ^{119m}Te представляет собой уширенную одиночную линию, тогда как спектры ^{125}Te (с материнскими атомами ^{125m}Te) и ^{129}I (с материнскими атомами ^{129m}Te) демонстрируют типичную картину квадрупольного расщепления (различие в тонкой структуре этих спектров объясняется различием спинов ядер ^{125}Te и ^{129}I). Нет сомнений, что во всех случаях материнские атомы (^{119m}Te , ^{125m}Te и ^{129m}Te) занимают узлы решетки теллура и что подавляющая часть дочерних атомов (^{119m}Sn , ^{125}Te и ^{129}I) не покидают эти узлы. Однако различие структуры мессбауэровских спектров указывает на различие в локальной симметрии узлов теллура, занятых зондами ^{125}Te , ^{129}I или ^{119m}Sn . В частности, мессбауэровские спектры $^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$ и $^{129m}\text{Te}(^{129}\text{I})$ однозначно свидетельствуют о некубичности локальной симметрии узлов теллура, занятых зондами ^{125}Te и ^{129}I . В то же время,

мессбауэровский спектр $^{119m}\text{Te}(^{119m}\text{Sn})$ отвечает кубической симметрии узлов, занятых зондом ^{119m}Sn . Иными словами, образование антиструктурного дефекта при замещении атома-металлоида (Te) примесным атомом-металлом (Sn) в структуре элементарного теллура сопровождается перестроением локального окружения узлов теллура. Очевидно, что аналогичная ситуация возникает и при радиоактивном распаде атомов ^{119m}Te в стеклах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ – при замещении узлов теллура (металлоид) оловом (металл) происходит перестроение локальной структуры как узлов Te-I, так и узлов и Te-II, с образованием антиструктурного дефекта олова.

Мессбауэровская спектроскопия на изотопе ^{125}Te .

В зависимости от химической природы материнских атомов (^{125m}Te или ^{125}Sn) мессбауэровский зонд ^{125}Te может оказаться либо в узлах германия (материнские атомы ^{125}Sn должны изовалентно замещать атомы германия, так что зонд ^{125}Te будет представлять собой антиструктурный дефект), либо в узлах теллура (материнские атомы ^{125m}Te естественным образом находятся в узлах теллура).

Мессбауэровские спектры ^{125}Te стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ с материнскими атомами ^{125}Sn представляют собой одиночные несколько уширенные линии с близкими значениями изомерных сдвигов ($IS \sim 0.62 - 0.67$ мм/с). Если использовать полученные выше результаты на изотопах $^{119m}\text{Sn}(^{119m}\text{Sn})$ в стеклах $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$, то можно считать, что примесные центры теллура ^{125}Te , возникающие после распада материнских атомов ^{125}Sn , находятся в узлах германия (образуется антиструктурный дефект теллура) и, следовательно, зонд ^{125}Te образует химические связи только с атомами теллура, что объясняет близость изомерных сдвигов указанных выше спектров с изомерным сдвигом спектра $^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$ элементарного теллура (см. табл. 1). Однако следует отметить, что мессбауэровский спектр $^{125m}\text{Te}(^{125}\text{Te})$ элементарного теллура представляет собой квадрупольный дублет, тогда как спектры $^{125}\text{Sn}(^{125}\text{Te})$ стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ – уширенные синглеты. Иными словами, симметрия локального окружения атомов ^{125}Te в элементарном теллуре и в узлах стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ различны. Это и следовало ожидать поскольку структура элементарного теллура представляет собой винтообразные бесконечные цепи, составленные из атомов двух координированного теллура, тогда как в узлах германия стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ локальное окружение атомов ^{125}Te хотя и представлено атомами теллура (как в металлическом теллуре), но оно является октаэдрическим, что было продемонстрировано выше на примере зонда ^{119m}Sn , образовавшегося после распада материнских атомов ^{119m}Te в узлах теллура стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$.

Мессбауэровские спектры ^{125}Te с материнскими атомами ^{125m}Te стекол $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{As}_4\text{Te}_{81}$ представляют собой квадрупольные дублеты ($C \sim 17$ мм/с) с близкими значениями изомерных сдвигов ($IS \sim 0.66$ мм/с). Поскольку в стеклах примесные центры теллура ^{125}Te , возникающие после распада материнских атомов ^{125m}Te , находятся только в узлах теллура, то мессбауэровские спектры несут информацию о локальном окружении атомов теллура: в большинстве случаев зонд ^{125}Te образует химические связи с атомами теллура, а симметрия локального окружения центров ^{125}Te оказывается близкой к симметрии окружению теллура в элементарном теллуре.

СЕКЦИЯ

«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

АПРОБАЦИЯ И ДОРАБОТКА МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКОВ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЛИНЕЙНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Т.А. Алимханова, С.В. Ковшов
Санкт-Петербургский Горный университет

Оценка риска возникновения аварии на любом опасном производственном объекте (ОПО) является важнейшим элементом обеспечения производственной безопасности. В настоящее время существует целый ряд методов и методик количественного и качественного анализа и оценки риска возникновения аварийных ситуаций на магистральных трубопроводах. Наиболее популярные из них: Check-List, What-If, HAZID, HAZOP, FMESA, FTA, ETA, QRA [1].

У каждого из существующих методов имеются собственные преимущества: от простоты анкетной оценки, обусловленной экспертным восприятием состояния трубопровода (методов Check-List, What-If), до использования высокоточных датчиков состояния различных параметров эксплуатации объекта с автоматизированным внесением соответствующих правок при наличии отклонения в работе (метод HAZOP). Однако у всех этих методов существует один общий недостаток – отсутствие полноценной возможности оценки удельной доли факторов аварийности принципиально различного происхождения: антропогенных, конструкционных, технологических и др.

В ходе постоянно происходящих изменений в науке, развития технологий и базы знаний об окружающей среде, разработанная методология количественного и качественного анализа техногенного риска, используемая в том числе для управления техническим состоянием и целостностью линейной части магистральных трубопроводов (ЛЧ МТ), нуждается в доработке и непрерывном обновлении с целью предотвращения аварийных ситуаций, влияющих на целостность объектов топливно-энергетического комплекса.

В результате, проведены исследования с целью совершенствования методических подходов к качественному и количественному анализу риска эксплуатации МТ, а именно: разработка типовых опросных карт для создания альбома Check-List, разработка рекомендаций по использованию количественных методов оценки рисков аварийных ситуаций на Российских объектах топливно-энергетического комплекса.

Практика показывает, что использование количественных методов анализа зачастую дает значения показателей риска, точность которых для сложных технических систем невелика [2]. Опираясь на данную методику, при расчете необходимо учитывать различные коэффициенты, которые отражают степень влияния отдельного фактора на участок магистрального трубопровода. В зависимости от особенностей расположения, способа прокладки, номинального диаметра трубопровода, антропогенных воздействий и т.д., значения коэффициентов ранжируются по балльной оценке факторов.

Объекты транспортной системы топливно-энергетического комплекса России функционируют и планируют к размещению в условиях развития практически всех известных опасных геологических, гидрологических и других природных процессов, а также антропогенных и технологических [3]. Данные процессы характеризуются многообразием воздействий на линейную часть магистральных трубопроводов, которые приводят к росту частоты аварий. Для точного анализа риска возникновения аварийной ситуации на ОПО целесообразно принимать значения коэффициентов, отражающих воздействие факторов с учетом российских реалий. Исходя из этого, при сильном воздействии необходимо увеличивать коэффициент, а при незначительном – уменьшать.

При выборе методов оценки риска учитываются этапы функционирования объекта (проектирование, эксплуатация и т.д.), цели анализа, критерии приемлемого риска, тип анализируемого опасного производственного объекта и характер опасности, наличие ресурсов для проведения анализа, опыт и квалификация исполнителей, наличие необходимой информации и другие факторы.

Так, на этапе идентификации опасностей, задачами которого являются выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей их реализации, применяются методы качественного анализа, опирающиеся на продуманную процедуру, специальные вспомогательные средства (анкеты, бланки, опросные листы, инструкции), практический опыт исполнителей. В результате нехватки квалифицированных кадров, использования шаблонных вспомогательных средств, на стадии идентификации опасностей зачастую не удается в полной мере оценить риски возникновения аварийных ситуаций, что препятствует своевременному проведению превентивных мероприятий.

Упущение незначительных деталей приводит к возникновению разного рода поломок, трещин на линейной части трубопроводов. Игнорирование инцидентов недопустимо, так как именно их совокупность является основой крупных аварий. С целью предупреждения воздействия опасных ситуаций на объектах топливно-энергетического комплекса предлагается адаптированный к российским реалиям опросник альбома Check-List, фрагмент которого представлен на рис. 1.

Структурные элементы данного метода оценки риска включают в себя общие вопросы, составленные в утвердительной форме, с учетом полноценной возможности оценки удельной доли факторов, оказывающих влияние на целостность ЛЧ МТ.

№	Параметр	Да	Нет
1	На линейной части трубопровода присутствуют естественные и (или) искусственные преграды		
2	На линейной части трубопровода присутствуют линии технологической связи и электропередач		
3	Вблизи участка линейной части трубопровода присутствуют виадуктрассовые и подъездные дороги		
4	На линейной части трубопровода присутствуют защитные сооружения		
5	На линейной части трубопровода присутствуют отводы к конечным потребителям		
6	На линейной части трубопровода присутствуют водо- и конденсатосборники		
7	На линейной части трубопровода присутствуют системы электрохимической защиты		
8	На линейной части трубопровода присутствует аварийный запас труб		
9	На линейной части трубопровода присутствуют дома линейных ремонтников-связистов		
10	Трубы имеют сварное соединение		
11	Диаметр трубы превышает 800 мм		
12	Присутствуют неспары и трещины сварных швов		
13	Отклонение от номинальных размеров превышает приведенные/допустимые величины		
14	Овальность концов труб превышает 1%		
15	Кривизна труб превышает 1,5 мм на 1 м длины		
16	Общая кривизна труб превышает 0,2% длины трубы		
17	Длина труб в пределах 10,5-11,6 м		
18	При визуальном осмотре трубопровода внешние дефекты (трещины, закаты, расслоения) присутствуют		
19	Расслоение на торцах труб и в зоне 25 мм от торца труб		
20	Сварные соединения труб имеют плавный переход от основного металла к металлу шва без дефектов		
21	Концы труб обрезаны под прямым углом и имеют раздел покромок		
22	Испытания гидростатическим давлением на заводе изготовителе пройдено		
23	Сварные швы проверены физическими не разрушающимися методами контроля		
24	Своевременно осуществляется контроль состояния трубопровода		
25	Осуществляются плановые ремонты, межремонтное обслуживание и плановый осмотр		
26	Формы и размеры шва нарушены		
27	Трубопровод проведен под землей		
28	Трубопровод проведен над землей		
29	Трубопровод проведен под водой		
30	Грунт оказывает прямое воздействие на линейную часть магистрального трубопровода		
31	На трубопровод оказывает воздействие высокая / низкая температура		
32	Дефектоскоп обнаружил повреждения		
33	На трубопровод оказывают воздействие корни растений		
34	Участок трубопровода отделен от компрессорной станции		
35	Наружная изоляция в исправном состоянии		
36	Ближайшие населенные пункты находятся в радиусе >2000м		
37	Пересекается с другими трубопроводами		
38	Высокая агрессивность грунтов		
39	Продукты, транспортируемые по трубопроводу пожаро- и взрывоопасны		
40	Продукты, транспортируемые по трубопроводу ядовиты		
41	Продукты, транспортируемые по трубопроводу, способствуют появлению коррозии		
42	Рабочее давление в трубопроводе соответствует нормам		
43	Электробезопасность обеспечена		
44	Трубопровод диаметром 1020 мм/ 1420мм		
45	Высокая вероятность влияния антропогенного фактора		
46	Использование устаревшего оборудования		
47	Проводится дополнительная антикоррозионная обработка трубопровода		
48	Системы оповещения присутствуют		

Рис. 1. Фрагмент опросника альбома Check-List

Предложенные методические подходы к оценке риска эксплуатации МТ могут быть использованы для создания единой автоматической базы прогнозирования и учета инцидентов и аварий на объектах топливно-энергетического комплекса с последующим написанием программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чухарева Н.В., Миронов С.А., Тихонова Т.В. Прогнозирование аварийных ситуаций и повреждение магистральных газопроводов в условиях Крайнего Севера // Нефтегазовое дело. 2012, № 3. С. 99–109.
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. URL: <http://msp.rosstudy.ru> (дата обращения: 29.09.2017).
3. Власова Л.В., Гамера Ю.В., Овчаров С.В., Петрова Ю.Ю. // Вести газовой науки. 2017, №1 (29). С. 171–178.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОНТРАКТА НА РЕАЛИЗАЦИЮ ИНЖИНИРИНГОВОГО ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р.В. Бауэр

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Для сокращения затрат на оценку рисков предпроектного этапа работ предлагается оценить возможность получения контракта на реализацию проекта – решить задачу бинарной классификации. Для решения данной задачи будут использоваться методы машинного обучения. На основе численных значений, описывающих проекты заказчика, алгоритм построит разделяющую гиперплоскость между проектами классов “контракт ожидается” и “контракт не ожидается” [1].

Целью работы является создание прототипа алгоритма классификации проектов для оценки возможности получения контракта на реализацию проекта.

Для осуществления поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести статистический анализ данных о признаках проектов заказчиков;
- на основе результатов проведенного анализа выбрать подходящее семейство алгоритмов;
- из семейства выбрать наиболее подходящий алгоритм путем оценки качества различных алгоритмов;

- определить показатель качества выбранного алгоритма с помощью различных обучающих и тестовых выборок.

Выбор признаков. Информация о факторах, влияющих на получение контракта на реализацию проекта, записывается в вектор признаков проекта. Таким образом, вектор признаков проекта представляет собой описание предпроектного этапа работ над проектом.

Каждому признаку проекта необходимо сопоставить число и занести его в соответствующую компоненту вектора. Но не все выбранные для описания проекта признаки имеют численное представление, поэтому для формализации некоторых признаков использовался метод бинаризации [3]. Совокупность векторов, соответствующих проектам компании, представляет собой матрицу, описывающую все проекты компании.

Исходя из доступной на предприятии информации были выбраны следующие признаки, характеризующие проект: предварительный бюджет проекта; виды работ по проекту; условные коэффициенты эффективности работы ответственного менеджера; расстояние до офиса клиента; дата приёма заявки и т.д.

Статистический анализ признаков. Для удобного представления матрицы признаков и последующих статистических исследований отдельных признаков использовались библиотеки Pandas, Numpy, Seaborn языка Python [2].

Для исключения дублирования информации в собранных данных было проведено сравнение корреляции между признаками. При значении корреляции выше 0,4 считалось, что информация в этих признаках дублируется, и один из этих столбцов матрицы исключался из рассмотрения. Во избежание смещения относительных весов признаков была проведена их нормализация [3].

Построение алгоритма обучения. После отбора и анализа признаков получено некоторое подмножество X^l , которое является множеством всех известных пар $(x_i, y_i)_{i=1}^l$, где x_i – признаковое описание конкретного проекта компании из множества всех доступных на рынке проектов X , а y_i – одно из двух значений целевого признака из множества возможных ответов $Y = \{0, 1\}$, соответствующее ответу на объекте x_i [4].

Существует целевая функция $y^*: X \rightarrow Y$, которую необходимо восстановить по известным значениям на множестве X^l . Задача обучения состоит в построении решающей функции $a: X \rightarrow Y$, которая приближала бы целевую функцию $y^*(x)$, причём не только на объектах множества X^l , но и на всём множестве X [4].

Для применения алгоритмов машинного обучения разделим множество X на три подмножества: обучающая выборка и тестовая выборка (элементы подмножества X^l), а также объекты без ответов. Элементы тестовой выборки не участвуют в обучении алгоритма. Во избежание проблемы переобучения, подмножество X^l было разделено на обучающую и тестовую выборки таким образом, чтобы соотношение значений целевого признака в объектах обеих выборок было одинаковым.

При анализе статей из базы SCOPUS было замечено, что поставленную задачу хорошо решают алгоритмы логистической регрессии и методы опорных векторов [5]. Реализация данных алгоритмов была взята из библиотеки ScikitLearn языка Python.

Чтобы получить решающую функцию, будем минимизировать функционал ошибки Q на обучающей выборке размером 295 векторов. Вид функционала ошибки для логистической регрессии и метода опорных векторов представлен в табл. 1 [2, 4, 6].

Таблица 1. Вид функционала ошибок выбранных алгоритмов

Метод	Логистическая регрессия	Метод опорных векторов
Функционал ошибки	$\frac{1}{2} ww^T + C \sum_{j=1}^n \log(\exp(-y_i(x_i^T w + b)) + 1)$, x_i – ответ алгоритма, y_i – действительный ответ, w – вектор весов, b – расстояние разделяющей плоскости от начала координат, C – штраф за суммарную ошибку. Включает L2-регуляризацию.	$\frac{1}{2} ww^T + C \sum_{i=1}^n \zeta_i$, при условии $y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1 - \zeta_i$. x_i, y_i, w, b и C имеют тот же смысл, что и в логистической регрессии, ζ_i – величина ошибки на каждом объекте.

Таблица 2. Сравнение метрик качества алгоритмов

Логистическая регрессия				Метод опорных векторов (полиномиальная функция потерь)				Кол-во векторов
Метрика	T	П	Ф	Метрика	T	П	Ф	
Для класса “1”	1.00	0.73	0.84	Для класса “1”	0.57	0.73	0.64	11
Для класса “0”	0.97	1.00	0.98	Для класса “0”	0.96	0.93	0.95	84
Среднее	0.97	0.97	0.97	Среднее	0.92	0.91	0.91	95

Для оценки алгоритмов применялись три метрики: точность (Т), полнота (П), f-мера (Ф). Точность показывает долю объектов класса, действительно относящихся к нему. Полнота показывает, какую долю объектов класса из всех объектов, относящихся к этому классу, алгоритм смог определить верно. F-мера является средним гармоническим между точностью и полнотой. Значения метрик качества алгоритмов на тестовой выборке представлены в табл. 2.

Оценка качества алгоритма. Для получения более объективной оценки качества алгоритмов была проведена кросс-валидация на 7 наборах тестовых и обучающих выборок [77]. Результаты кросс-валидации для алгоритмов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты кросс-валидации

Алгоритм\Оценки качества	1	2	3	4	5	6	7
Логистическая регрессия	0.95	0.93	0.95	0.95	0.90	0.86	0.88
Метод опорных векторов	0.91	0.93	0.95	0.95	0.93	0.86	0.86

Таким образом, можно заметить, что алгоритм логистической регрессии лучше подходит к заданной структуре данных и лучше решает поставленную задачу.

Выводы. Построенный алгоритм можно адаптировать для любых компаний, ведущих проектную деятельность. Его использование позволит ранжировать текущие проекты и распределять трудозатраты сотрудников в зависимости от оценки проектов, сократить затраты на предпроектный этап работы в неперспективных проектах.

В дальнейшем в алгоритм планируется добавить возможность оценки вероятности принадлежности к заданным классам, чтобы иметь основания для построения ранжированного списка проектов компании. Также планируется добавить дополнительные признаки для векторов, описывающих проекты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Курс “Principles of Machine Learning”. Created by: Microsoft // edX Inc. 2012–2018. [Электронный ресурс] URL: <https://www.edx.org/course/principles-machine-learning-microsoft-dat203-2x-6>.
2. Курс “Обучение на размеченных данных”. Created by: National Research University Higher School of Economics, Yandex School of Data Analysis // Coursera. 2018. [Электронный ресурс] URL: <https://www.coursera.org/learn/supervised-learning>.
3. Курс “Машинное обучение”. Created by: Yandex School of Data Analysis // Лекторий МФТИ. 2007-2018. [Электронный ресурс] URL: <http://lectoriy.mipt.ru/course/MachineLearning-L>.
4. Воронцов, К. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин) / 2018. К. Воронцов [Электронный ресурс] URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf>.
5. Min-Yuan Cheng, Nhat-Duc Hoang. Interval estimation of construction cost at completion using least squares support vector machine, Journal of Civil Engineering and Management, 20:2, 223–236, DOI: 10.3846/13923730.2013.801891.
6. Документация библиотеки ScikitLearn // Scikit-learn developers (BSD License). 2007–2017. [Электронный ресурс] URL: http://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression.
7. Кафтаников, И.Л. Проблемы формирования обучающей выборки в задачах машинного обучения / И.Л. Кафтаников, А.В. Парасич // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 15–24. DOI: 10.14529/йсг160302.

СОТРУДНИЧЕСТВО УНИВЕРСИТЕТОВ, НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Н.О. Васецкая, В.В. Глухов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Деятельность университетов и научных организаций направлена на обеспечение предприятий реального сектора экономики высококвалифицированными кадрами и инновационными разработками. В значительной степени локальные цели деятельности университетов и научных организаций перекрываются. Как следствие, в «фундаментальном треугольнике» стратегического развития национальной экономики – «научные центры, университеты и предприятия» – при наличии единой стратегической цели (эффективное функционирование национальной экономики) объективно возникают барьеры, риски и конфликты [1–4].

Мировой опыт показывает, что важнейшую роль в решении отмеченных выше проблем может играть специально поддерживаемый механизм сотрудничества университетов, научных институтов с промышленностью. Составляющие такого сотрудничества достаточно разнообразны и могут включать [5]:

- совместные проекты промышленного предприятия, университета и научного центра, финансируемые различными национальными и международными фондами;
 - специализированные программы тренинга, осуществляемые университетами и научными центрами для предприятий (главным образом по новым или бурно развивающимся направлениям);
 - широкий спектр деятельности, осуществляемой в рамках комплексных договоров между университетом и предприятиями. В этом случае решаются одновременно задачи, связанные как с целевой подготовкой специалистов для предприятия, так и с решением научно-технологических задач совместными усилиями сторон;
 - спектр консалтинговых услуг, осуществляемых сотрудниками университетов и научных центров для промышленных компаний;
 - работы, выполняемые для промышленных предприятий через университетские инкубаторы и технопарки.
- Обозначим совместные стратегические цели участников «фундаментального треугольника»:
- увеличение совокупного интеллектуального потенциала общества;
 - создание условий для ускоренного освоения высоких технологий промышленностью России;
 - удовлетворения потребностей промышленных предприятий в высококвалифицированных инженерных кадрах и инновационных разработках;
 - повышение качества подготовки инженерных кадров в области высоких технологий;
 - создание условий по непрерывной ориентации молодежи на современные направления развития машиностроения и приборостроения;
 - заинтересованность в повышении уровня профессионализма работников всех категорий;
 - содействие промышленности для формирования конкурентной среды по новейшим технологиям.

Взаимодействие вуза и предприятия наиболее концентрированно оценил ректор МГУ Садовничий В.С. «Будущее бизнеса, экономики и государства зависит от того, какие специалисты придут на наши предприятия и к управлению страной. Но бизнес - сообщество не сформулировало заказ. То есть, вузы не знают, какие именно специалисты потребуются экономике и каким набором знаний они должны обладать. Именно поэтому многие действия навстречу друг другу происходят стихийно, а механизмы сотрудничества находятся только в процессе разработки». Здесь имеются объективные причины, вызванные высокой скоростью научно-технических изменений и значительной неопределенностью будущих технологических достижений.

С принятием закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [6] и введением понятия «сетевое взаимодействие» профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования могут создаваться кафедры и иные структурные подразделения, обеспечивающие практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы.

Для вузов главная отдача от базовых кафедр заключается в совершенствовании учебного процесса, включении в него лучших практик ведущих компаний, в том, чтобы образование лучше соответствовало потребностям экономики и общества.

Бизнес и научные организации тоже в них заинтересованы: благодаря работе базовых кафедр они получают выпускников вузов с теми компетенциями, которые им сейчас нужны. Чем теснее сотрудничество между предприятием и вузом, тем выше отдача.

Во многих европейских странах подобная деятельность закреплена соответствующими законодательными актами. Все эти нормативные документы укрепляют связи между университетами и промышленностью. Для поддержки перечисленных выше отношений в университетах создан ряд структур, а именно:

- отделы внешних сношений;
- отделы повышения квалификации;
- коммерческие структуры по развитию небольших совместных предприятий, в которых работают академики, студенты и экономисты, целью которых является получение прибыли от проводимых в университете исследований.

Многие учреждения высшего образования в последние годы активизировали деятельность по расширению диверсификации связей с исследовательскими и производственными структурами, что потребовало изменений в управленческих структурах. Используют несколько форм взаимодействия [7]:

- создание общих лабораторий;
- выполнение исследовательских контрактов;
- регистрация патентов;
- консультационные технологические и конструкторские услуги, оказываемые различным компаниям;
- создание «промышленных кафедр», т.е. кафедр, на которых до тридцати процентов занятий проводится специалистами из промышленных организаций.

Цифровизация экономики и международное сотрудничество внесли принципиальные коррективы в необходимость интеграции вузов, научных организаций и предприятий:

- ускорились темпы научно-технического развития, обновления техники и технологии;
- повысилась международная конкуренция в сфере научно-технического развития;

- возросла значимость интеллектуального капитала в структуре технических и технологических разработок;
- расширились территориальные возможности интеграции (появились международные научно-образовательные союзы, филиалы российских вузов в зарубежных научных институтах, лаборатории зарубежных научных институтов в российских вузах);
- сжались интервалы времени выполнения инженерных работ;
- появились принципиально новые технологии в проектировании.

Прорывные технологии требуют от университетов перестройки структуры и сущности образования. Основной характеристикой smart-образования является гибкое обучение с учетом предпочтений и индивидуальных возможностей обучающегося, поддержки персонального подхода для личностного развития каждого – индивидуального пути реализации личностного потенциала обучающегося (личностно-ориентированное обучение) [8, 9].

Оценкой результативности освоения образовательных программ должен стать жизнеспособный продукт, спроектированный студентом. Активными подразделениями университета становятся инновационные площадки: спинауты, спинофы, стартапы, МИПы, технопарки, бизнес-инкубаторы, базовые кафедры, обеспечивающие коммерциализацию разработок, вовлечение преподавателей и обучающихся в инновационную деятельность, содействующие кооперации с научными центрами и предприятиями.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Л.П., Фатьянова И.Р. Развитие национальной инновационной системы России с учетом европейского опыта формирования инновационной экономики // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2013. № 6. С. 74.
2. Андреев В. Ключевые факторы успешности российских инновационных проектов в реальном секторе экономики // Вопросы экономики. 2010. № 11. С. 77.
3. Гончар К. Инновационное поведение промышленности: разрабатывать нельзя заимствовать // Вопросы экономики. 2009. № 12. С. 31.
4. Improving the teaching quality with a smart-education system Glukhov, V.V., & Vasetskaya, N.O. Paper presented at the Proceedings of 2017 IEEE 6th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations), SPUE 2017, 2018, January 17–21.
5. Организация и функционирование научно-образовательных центров в вузе/ Под ред. Д.Г. Арсеньева и А.М. Алексанкова: Учеб. пособие. Изд. 2-е измененное и дополненное. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 76 с.
6. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «Об образовании в Российской Федерации».
7. Васецкая Н.О., Клочков Ю.С. Интегрированные инновационные научно-образовательные структуры как инструмент подготовки профессиональных кадров в области инженерно-технического образования: монография / Н.О. Васецкая, Ю.С. Клочков. Санкт-Петербург: изд-во ООО «БМВ и К», 2017. 159 с.
8. Ахметшин Э.М. Организация самостоятельной работы учеников посредством цифрового образовательного ресурса по обработке звука "Sound Forge" // Молодежный научный форум сборник статей по материалам Региональной студенческой научно-практической конференции. Нижний Новгород: Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, 2016. С. 64–66.
9. Коробченко Е.В. Использование социальных сетей для повышения эффективности учебного процесса // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. № 4 (68). С. 119–121.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ В РОССИИ

А.А. Володин

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

На сегодня в России сложилась весьма сложная экономическая ситуация. Прошел голод 1990-х годов, и страна уже может диктовать собственную экономическую повестку дня, но во многом мы видим зависимость экономики от общемировой и невозможность государства обеспечивать достойное существование граждан повсеместно. Сегодня насущно стоит вопрос выбора концептуального пути развития государства и на наш взгляд в основу такого пути должна лечь гарантия равновесных доходов граждан, которая может снизить сверхдоходы и обеспечить гарантированный базовый доход наименее обеспеченных слоев общества на достойном уровне.

Вопросы гарантии экономической справедливости вышли на первый план ещё в конце 18-го века и вылились в идеи и концепции, создаваемые в 19–20-м веках. Самая известная из них – это идея социализма с плановой экономикой, которую концептуально описывали Карл Маркс и Фридрих Энгельс, а практически реализовывали Владимир Ленин и Иосиф Сталин. Безусловно, изначально это были идеи коммунизма, но ввиду его практической нереализуемости, рассмотрим социализм с его плановой экономикой.

Рассуждать о плановой экономической системе можно нескончаемо долго, а о социализме ещё дольше, но в этот же период 20-х годов XX-го века во всем окружающем СССР мире экономика была рыночной, и идея её перестройки мало кого не устраивала, но, в то же время, встал вопрос об улучшении социально-экономического уровня рабочего класса и низших слоев общества. Необходимы были преобразования, которые бы уменьшили социальный разрыв в обществе того времени. Такие реализованные на практике преобразования были названы концепцией построения государства всеобщего благосостояния (далее – ГВБ).

На сегодня в Российской Федерации после развала СССР не существует единой концептуальной системы сдерживания и противовесов, на которую ориентировалось бы ее правительство. Построение в России такой концепции, несмотря на существующие минусы, дало бы, на наш взгляд, существенные плюсы и смогло бы определить пути дальнейшего социально-экономического развития нашего общества, что и определяет актуальность данной работы.

Целями работы является определение разницы между социализмом и концепцией ГВБ, а также выработка предложений по внедрению той формы социально-экономической концепции, которая могла бы обеспечить баланс общественных интересов России.

В научных кругах широко распространен вопрос построения и существования концепции ГВБ. О том, как сегодня меняется данная концепция и какие существуют у неё тенденции, рассуждает Т.В. Анахин, аспирант Бурятского государственного университета в своей работе: «Современные измерения политики государств «всеобщего благосостояния» в критериях социальной демократии» [1]. О проблемах концепции ГВБ и перспективах её преобразования в Европе в своей работе: «Историография проблем "государства всеобщего благосостояния" и "европейской социальной модели"» пишет и аспирант Томского государственного университета Ю.А. Фирсова [2]. Кроме того, развитие отклонения от концепции ГВБ, которое мы также будем рассматривать как наиболее перспективное для реализации в условиях российских современных реалий, описывает аспирант Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина А.С. Лебедев в своей работе: «Модель Рена-Мейднера в контексте трансформации шведского "государства всеобщего благосостояния"» [3], но в ней рассмотрены тенденции развития именно Швеции без проведения аналогий относительно нашей страны.

Если государство, как институт, будет исходить из максимально приближенных к объективным способам регулирования общественной жизни, то оно будет реализовывать социальный путь развития общества. А государство всеобщего благоденствия является одним из фундаментальных феноменов развития социальной политики.

Под данный термин в настоящее время подходит большинство моделей, реализуемых и уже реализованных в рамках социал-демократических преобразований развитыми и развивающимися странами. Сама концепция, не имея четкого порядка действий по созданию такого общества, например, как коммунизм, представляет собой определенный образ государства и некие рамочные условия, которым ему необходимо следовать.

Концепция государства всеобщего благосостояния в качестве основного использует принцип справедливого распределения и обеспечения благосостояния каждого члена общества. Её возникновение связано, в первую очередь с переходом ведущих отношений в производстве и в обществе от отношений «работодатель / государство – общество» к отношениям «работодатель / государство – личность», связанным с повышением к 1930-м годам роли человеческого фактора из-за развития НТП, приведшее к необходимости более широкого учета потребностей людей и признанию их социальных прав.

Итак, часто отождествляемые понятия: «Государство всеобщего благосостояния» и «Социальное государство», не являются тождественными. Первое является более всеобъемлющим, чем второе, поскольку концептуально «Государство всеобщего благосостояния» охватывает более значительный пласт, пусть и смежных с социальным государством отношений, и может в себя включать значительное число вариаций реально существующих моделей управления.

Под таким государством всеобщего благосостояния понимают такое, в котором обеспечивается справедливое распределение и обеспечение благосостояния каждого члена общества [4].

Ранее нами уже было сказано о неизбежных потерях в эффективности при перераспределении государством доходов его граждан. В случае государства благосостояния также существует такая проблема. Многие государства вынуждены искать компромисс между эффективностью своей экономики и необходимостью в равной степени обеспечить всех своих граждан имеющимися благами. Кроме того, всегда остается опасность потери мотивации к труду и предпринимательской деятельности, которая неизбежна при максимизации выравнивания доходов населения [5].

Наиболее перспективным, на наш взгляд, вариантом развития экономико-социальных отношений является шведский сценарий построения гармоничного общества. Данная концепция имеет также и другое название: «Функциональный социализм», или шведская модель социализма. Основная ее суть заключается в адаптации плановой экономики под рыночные стандарты. Бизнес в такой модели имеет жестко регламентированные рамки, но, в то же время, большую свободу. Государство же осуществляет контроль над людьми, но лишь в необходимом объеме, обеспечивающем увеличение благосостояния в целом [6]. В результате такой адаптации плановой экономики и тоталитарного строя в демократическое русло, максимально жестко регулируемое со стороны государства, контролирующего в свою очередь людей, в особенности принимающих государственные решения, Швеция вышла на первые строки рейтинга по качеству жизни.

В модели функционального социализма не стоит цель увеличения благосостояния всех без исключения граждан, а не типичная во многих государствах задача поддержки наиболее неимущих слоёв населения, что, в корне нецелесообразно. Суммарный уровень благосостояния общества в последнем случае не может расти быстрыми темпами, поскольку во многом доходы среднего класса уходят на поддержку выживания беднейших слоёв населения, но суммарного экономического развития граждан не происходит.

В заключение хотелось бы отметить, что Российская Федерация в 1990-х годах просто позаимствовала институты государства всеобщего благосостояния, не создавая под них соответствующие общественные взаимоотношения. В связи с этим в обществе возникла масса проблем и недопониманий, когда граждане и кампании очень часто саботировали данные механизмы, в частности, выплатой так называемых «черных» зарплат и уклонениями от налогов. Вызвана такая ситуация именно отсутствием в обществе взаимопонимания, необходимого для работы институтов концепции государства всеобщего благосостояния, ввиду чего эта, изначально социальная проблема, превращается в макроэкономическую, связанную с перераспределением денежных средств государства по обеспечению общественных потребностей. Общественное же взаимодействие в странах Европы в соответствии с концепцией государства всеобщего благосостояния выстраивалось порядка 50–100 лет. России необходимо совершить этот путь в разы быстрее, для чего нужна, в первую очередь, политическая воля.

Таким образом, к одной из основных мер обеспечения экономического равенства населения является построение такой экономической модели, которая смогла бы найти компромисс между обеспечением достойного уровня жизни граждан и мотивацией инвесторов к вложениям в экономику страны, в качестве примера мы предлагаем взять Шведский сценарий построения гармоничного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анахин Т.В. Современные измерения политики государств «Всеобщего благосостояния» в критериях социальной демократии // Вестник БГУ. 2011. № 6. – 189–191 с.
2. Фирсова Ю.А. Историография проблем «Государства всеобщего благосостояния» и «Европейской социальной модели» // Вестн. Том. гос. ун-та. История. 2014. № 3 (29). – 94–100 с.
3. Лебедев А.С. Модель Рена-Мейднера в контексте трансформации шведского «Государства всеобщего благосостояния» // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2012. № 4. – 180–187 с.
4. Государство всеобщего благоденствия / В.Н. Фомина // Энциклопедический социологический словарь. – М., 1995 – 142 с.
5. Володин А.А., Левенцов А.Н. Экономика домашних хозяйств как драйвер экономического роста // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики. СЗИУ РАНХиГС. СПб. – 165–168 с.
6. Дойчман К., Будущее государства благосостояния / Государство благосостояния и его социально-экономические основы: Сборник статей СПб. – 2010 г.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ ПО АДАПТАЦИИ СОТРУДНИКОВ

Е.А. Иванов, С.С. Шляпин

Иркутский государственный университет

Существует множество мнений профессиональных менеджеров по персоналу, на счет того как именно, в какой форме и в течении какого срока следует проводить адаптацию тому или иному сотруднику, но единогласие проявляется сразу, как только речь заходит о важности данного процесса. В этом вопросе эксперты единогласно заявляют, что адаптация один из важнейших элементов работы с персоналом [1]. Для этого существует множество причин:

“Спонтанная” адаптация может занять гораздо больше времени, чем подготовленная, что приведет к увеличению стартовых издержек компании, а вовсе не к их уменьшению [2].

1) Мотивация сотрудника, на адаптацию которого не было потрачено усилий, значительно ниже возможной, а уровень конфликтности значительно выше. Из-за этого происходит:

- a) сильный рост уровня текучести работников, ведущий за собой увеличение затрат на подбор персонала [3];
- b) появление новых конфликтов в коллективе, не желание работать в команде и саботаж работы предприятия;
- c) профессиональное и эмоциональное выгорание из-за нехватки внимания и отсутствия ощущения полезности для компании;
- d) снижение уровня самооценки сотрудника, что приводит к различным психосоматическим заболеваниям, а это увеличивает количество больничных дней в году [4].

2) Отсутствие адаптации вызывает в производственном процессе проблемы, возникающие по многим причинам:

- a) незнание и непонимание формальных и неформальных правил и норм работы;
- b) непонимание специфики работы на данном предприятии;
- c) отсутствие четкого понимания требований к результату работы, а также формата его подачи [5].

Учитывая все эти факторы сложно отрицать, что адаптация – это один из важнейших процессов при работе с персоналом.

В связи с этим во время прохождения практики в рекрутинговом агентстве “HR Gum”, нами была проанализирована только ситуация об адаптации т.к. программа адаптации отсутствует. В связи с этим были внесены коррективы в положение и разработана программа по адаптации рекрутера. В основу положения и программы легли наш опыт, имеющиеся подходы, представленные в научно-практических материалах и особенности данной сферы деятельности. В положении мы отразили не только цели, мероприятия, их суть и последовательность, но также определили ответственных за каждый этап и мероприятие. Понимая важность однозначных формулировок и критериев оценки, мы проконсультировались у обоих рекрутеров, а также у директора по поводу критериев, которые можно применять при оценке работы и готовности к работе новичка.

В программу первым делом были включены:

- установочная беседа с директором, в которой он рассказывает о компании, ее короткой истории, целях, корпоративной культуре и о принципах работы с клиентами и с соискателями;
- знакомство новичка с коллегами и их с ним;
- назначение наставника.

В структуру программы адаптации нами были разработаны и включены сценарии двух ролевых игр, направленные на подготовку новичка к работе с соискателями и на снижение напряженности в период адаптации: «Звонок» и «Собеседование». Сценарий каждой игры предполагает наличие основной части, то есть непосредственное, осуществление действий, заявленных в названии игры (в сценарии каждое действие расписано), а также заключительный этап – рефлексию с разбором ошибок.

Заключительным этапом работы над положением и программой было обсуждение их с коллективом и руководством компании, на котором программа и положение были одобрены и будут апробированы.

В процессе исследования данной проблемы мы пришли к выводу, что можно использовать имеющиеся программы по адаптации или разрабатывать их самостоятельно, но необходимо не забывать, что в каждой сфере есть своя специфика. Дальнейшее наше исследование будет направлено на оценку разработанных нами положений и программы адаптации в процессе их практического применения.

В заключении хотелось бы отметить, что мероприятия по адаптации являются важнейшими для получения эффективного, уверенного и готового к самостоятельной работе, а также работе в команде сотрудника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Директор по персоналу [Электронный ресурс]: Как проводить адаптацию для разных специалистов, 2017. URL: <https://www.hr-director.ru/article/66854-adaptatsiya-personala-17-m9> (дата обращения 29.11.2017).
2. Директор по персоналу [Электронный ресурс]: Адаптация персонала: виды и формы, 2017. URL: <https://www.hr-director.ru/article/66651-qqq-17-m5-adaptatsiya-personala-vidy-i-formy> (дата обращения 06.12.2017).
3. Директор по персоналу [Электронный ресурс]: Адаптация сотрудника, или Как помочь новичку быстрее влиться в коллектив, 2016. URL: <https://www.hr-director.ru/article/65937-qqq-16-m9-kak-pomoch-novichku-bystree-vlitsya-v-kollektiv?ustr=W> (дата обращения 02.12.2017).
4. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» [Электронный ресурс]: Психосоматические заболевания: концепции и современное состояние проблемы, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihosomaticheskie-zabolevaniya-kontseptsii-i-sovremennoe-sostoyanie-problemy> (дата обращения 30.11.2017).
5. Научная электронная библиотека “eLibrary.ru” [Электронный ресурс]: Трудовая адаптация сотрудников компании “ОША”, Шабаловская Людмила Игоревна, 2007. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13100859> (дата обращения 26.11.2017).

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Е.А. Коноплёва

Санкт-Петербургский горный университет

Формирование и развитие территории Санкт-Петербурга в настоящее время является одним из приоритетных направлений региональной политики. Территориальная возможность обуславливается значительной площадью Санкт-Петербурга, составляющей 14500 км², и существенной долей незастроенных земель [1]. По данным статистики, в Санкт-Петербурге многоквартирные дома составляют 43 % от общего жилого фонда. Остальные 57 % занимает коммерческая, общественно-деловая, индивидуальная жилая застройка [2].

Кадастр появился довольно давно, но развитие в данном направлении шло очень медленно и долго. Отсутствие четкого определения как именно формировать земельные участки под теми или иными объектами недвижимости, приводит к тому, что такие вопросы откладываются на неопределенный срок или решаются способами, противоречащими действующему законодательству.

Из существенных характерных проблем современного установления границ земельных участков по Санкт-Петербургу можно выделить следующие:

1. Формирование земельных участков по контуру объекта капитального строительства, так называемое межевание «по обрезу фундамента» – полутораметровому отступу от стенок дома.

При таком варианте вся остальная территория дворов – лестницы, межквартальные проезды, детская площадка, парковочные места – передаётся на баланс муниципалитета [3]. В таком случае нарушаются права собственников на благоприятные условия проживания (отсутствия игровых площадок для детей, элементов благоустройства, подъездов, возможности обслуживать инженерно-технические сети, используемые для нормального функционирования жилого дома и многое другое) [4]. Территорию двора нельзя ввести в процесс нового строительства из-за сопротивления собственников помещений, а также в связи с небольшими размерами таких участков. Вследствие выведения таких территорий траты на содержание и благоустройство будут производиться из городского бюджета [5].

2. Формирование «вложенных» и «сцепленных» друг с другом земельных участков. Существуют земельные участки, которые расположены среди других («вложенные») или примыкают к соседним («сцепленные»), и добраться до них можно только пройдя по территории прочих участков. Яркий пример «вложенных» участков можно увидеть на территории Гостиного Двора, где находится 6 земельных участков (3 для объектов торговли и 3 для объектов транспорта).

3. Формирование земельных участков с наличием зазоров, пустот, щелей в их границах.

Между соседними земельными участками или внутри них можно встретить наличие щелей, зазоров и пустот, которых там не должно быть и участкам следует сходиться своими границами. Из-за размеров и типа использования таких участков, землю между ними нельзя предоставить для создания нового объекта недвижимости. Также не представляется возможным использовать ее в качестве объекта зеленого насаждения или для детских площадок.

4. Формирование маломерных земельных участков.

В дореволюционное время и даже после, минимальным размером участка служила площадь в 400 м², позже – в 600 м². Градостроительное регулирование было нацелено на то, чтобы не допускать существование малых по размеру участков, содействуя их слиянию с соседними. На сегодняшний день в Санкт-Петербурге более 6600 земельных участков, у которых площадь меньше или равна 400 м². При этом много участков и меньшей размерности вплоть до 1 м².

5. Формирование земельных участков сложной формы.

В землеустройстве всегда стремились к простой форме участков (квадрат) и не признавали участки сложной конфигурации, которые создавали трудности для обработки пашни.

Застраивать или как-то использовать многосложные земельные участки в городе довольно трудный процесс, но не всегда может расцениваться как неправильное решение. Можно отлично вписать в сложившуюся застройку участки более сложной формы, охватывая большую территорию и исключая те самые щели и зазоры, что окажется положительным как для государства (сумма налога зависит от площади), так и для иных лиц (владение участком большей площади; прибыль, если земельный участок формируется с целью создания производства).

6. Пренебрежение соседскими правами при формировании земельных участков.

В дореволюционное время было соблюдено строгое правило застройки земельного участка. Каждый земельный участок должен примыкать к соседнему и стена, расположенная по границе, не могла иметь окон.

На сегодняшний день можно наблюдать много случаев, когда застройщик направляет окна на участок соседа и устанавливает на его территорию выходы из зданий, выезды из встроенных гаражей. Бывает, что сосед задерживается с формированием своего участка, а когда сформирует, обнаружит его принудительно обремененным.

7. Игнорирование красной линии при формировании земельных участков.

Красная линия – это линия, являющаяся границей территории общего пользования, которая не может быть предоставлена в частную собственность. Красная линия является границей, отделяющей частные имущества от общих. Земельный участок не имеет право пересекать такую линию, но в кадастре очень много примеров ее нарушений [6].

Такая ситуация влечёт за собой ряд проблем правового, имущественного и иного характера. Собственники помещений будут собственниками земли, которая является, по сути, территорией общего пользования и находится за пределами красных линий. Она не используется и не будет использоваться в будущем для обслуживания жилого дома. В случае желания использовать земельный участок в интересах муниципалитета, у органов местного самоуправления могут появиться проблемы с правом такого пользования.

8. Невозможность совершения сделок.

Земельный участок всегда должен иметь строго зафиксированную и обозначенную в документах границу. В соответствии с законодательством РФ, создание земельных участков – это постановка на кадастровый учет и регистрация прав на них [7].

Согласно статье 37 Земельного кодекса РФ объектом купли-продажи могут быть лишь земельные участки, которые прошли государственный кадастровый учет. При отсутствии документов на участок, сформированных границ, а, следовательно, записи в ЕГРН, невозможно совершать сделки с ним, и права собственников не защищены законом [8].

9. Отсутствие единой системы формирования земельных участков.

Каждый из специалистов, который занимается формированием земельных участков, использует различные способы и правила, выбираемые собственными умозаключениями, что просто невозможно для создания унифицированной системы городских земель.

Также следует выделить преимущества установления границ земельного участка под многоквартирный жилой дом: возможность передать часть участка в аренду третьим лицам; собственность на землю увеличивает стоимость 1 м² жилья [9].

Нельзя забывать, что одной из основных целей формирования земельных участков под многоквартирные жилые дома является обеспечение общественных интересов, которые связаны с использованием этой территории, с перспективными возможностями ее градостроительного развития [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 30.06.2014 № 551 (ред. от 17.04.2018) «О государственной программе Санкт-Петербурга «Экономическое и социальное развитие территорий Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru>. (дата обращения 16.08.2018).

2. Быкова, Е.Н. Проблемы формирования границ земельных участков под многоквартирными жилыми домами в Санкт-Петербурге / Е.Н. Быкова, К.Э. Иванова // Неделя науки СПбПУ: материалы научно-практической конференции, 2015. – С. 260–263.

3. Проблемы формирования земельных участков под многоквартирными домами [Электронный ресурс]. 2011. URL: <https://vuzlit.ru>. (дата обращения: 26.02.2018).

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.2006 № 491 (ред. от 09.09.2017) «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и правил изменения размера платы за содержание жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность» [Электронный ресурс] // Информационная система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 23.02.2018).

5. Запрос депутата ЗС Малкова С.А. губернатору Санкт-Петербурга Матвиенко В.И. от 13 февраля 2008 года № 801416-3 «О формировании земельных участков, на которых расположены многоквартирные дома» [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru>. (дата обращения 30.02.2018).

6. Сеньковская К.Э. Кадастровая стоимость земель садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединений с учетом зон с особыми условиями использования территорий / К.Э. Сеньковская, Е.Н. Быкова // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2016. – № 11 (182). – С. 6–17.

7. Сулин М.А. Кадастр недвижимости и мониторинг земель: учебное пособие / М.А. Сулин, Е.Н. Быкова, В.А. Павлова. – СПб.: Лань, 2017. – 368 с.

8. Никонов П.Н. К проблеме состояния земельных отношений в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс] // Основной доклад на Депутатских слушаниях Комиссии Законодательного собрания Санкт-Петербурга по городскому хозяйству, градостроительству и земельным вопросам. – 2008. URL: <http://www.nipigrad.ru>. (дата обращения 23.02.2018).

9. «Формирование земельных участков под многоквартирными домами»: сайт юристов. [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://terrafaq.ru>. (дата обращения: 20.02.2018).

ВОПРОС О СПРАВЕДЛИВОСТИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ КОМНАТ В КОММУНАЛЬНЫХ КВАРТИРАХ

Е.Н. Быкова, Д.М. Крицкая
Санкт-Петербургский горный университет

На сегодняшний день кадастровая стоимость объектов недвижимости, определяемая методами массовой оценки для налогообложения, подлежит пересчетам по всей России, которые выполняют Государственные бюджетные учреждения. Одна из основных причин такой ситуации заключается в несовершенстве применяемых методов оценки в связи с чем в 2017 году была издана новая методика кадастровой оценки, объединившая в своем составе все действующие ранее методики. Как показывают исследования, кадастровая стоимость некоторых объектов недвижимости отличаются в разы от их рыночной стоимости. В случае разницы в меньшую сторону, по мнению органов местной власти, происходят недосборы в местный бюджет от налогообложения на

недвижимость, при обратной ситуации, возникает риск социального напряжения, рассмотрение вопросов снижения стоимости на комиссиях, судебные споры.

В связи с этим, целью настоящей работы является исследование вопроса определения кадастровой стоимости таких объектов недвижимости, как комнаты в коммунальных квартирах на примере г. Санкт-Петербурга, а также расчет коэффициента её снижения для обеспечения социальной справедливости.

Проблема определения кадастровой стоимости комнат в коммунальных квартирах является актуальной, особенно в Санкт-Петербурге, так как в этом городе наибольшее количество коммунальных квартир среди всех городов России. Собственники комнат нуждаются в разработке новой методики кадастровой оценки коммунальных квартир, которая бы учитывала тип объекта недвижимости, такой как комната. Как показывают проведенные исследования по сопоставлению реальной рыночной стоимости с кадастровой, последняя не отражает рыночных реалий, превышая рыночную стоимость. Анализ указанных данных математической статистики позволил обосновать необходимость корректировки методики оценки именно комнат в коммунальных квартирах, поскольку их сегодняшние жители являются самыми социально незащищенными и бедными слоями населения – ветераны, инвалиды, блокадники и просто пенсионеры, студенты и малоимущие.

Обычно при оценке кадастровой стоимости недвижимости ряд статистических данных достаточно велик, если, к примеру, рассматривать рыночные цены или стоимости отдельных квартир. Эти данные называются в статистике генеральной совокупностью, представляющей собой совокупность всех однородных элементов, из которых производится выборка. Но в данном исследовании акцент сделан на комнаты в коммунальных квартирах, с исходными данными по которым проблемы по причинам: во-первых, отсутствия информации в ЕГРН о количестве комнат в коммунальной квартире; во-вторых, закрытости информации о долях, находящихся в собственности правообладателей комнат в праве собственности на всю коммунальную квартиру; в-третьих, необходимости сбора информации у собственников комнат в коммунальных квартирах.

В связи с этим результирующий массив исходных данных представляет собой результат кропотливой работы, выполненной за период с сентября по декабрь 2017 года, последовательным сбором возможной информации. Логично, что в проводимом исследовании не было необходимости формировать выборку, поэтому вся генеральная совокупность в количестве 50 комнат явилась выборочной совокупностью. Анализ проводился с использованием описательной статистики. Описательными характеристиками явились минимум, максимум, размах вариации, среднее взвешенная величина, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, квартили, мода.

Сбор исходной рыночной информации для обоснования актуальности разработки метода расчета кадастровой стоимости комнат в коммунальных квартирах был произведен путем анализа объявлений о продаже комнат. В объявлениях о продаже комнат в коммунальных квартирах была указана только цена предложения, в результате чего нужно было рассчитать удельный показатель кадастровой стоимости 1 м², который позволил определить кадастровую стоимость комнаты.

В Российской Федерации определение кадастровой стоимости в значительной степени основано на методах ценового зонирования и экономико-статистического моделирования. Несоответствие кадастровой и рыночной стоимостей объекта недвижимости может быть обусловлено тем, что при определении кадастровой стоимости не учитываются его специфические характеристики, но в условиях анализа данных по коммунальным квартирам такая ситуация не связана с ними, а связана с их типом (комната). Ситуации, когда кадастровая стоимость объектов недвижимости не соответствует их реальной рыночной стоимости в современных условиях, не так уж редки, а скорее повсеместны.

Исследование показало, что новая методика оценки кадастровой стоимости как была, так и осталась несовершенна. Поскольку комнаты в коммунальных квартирах Санкт-Петербурга приватизировались, как правило, в виде доли, а не в виде отдельного помещения (комнаты), расчет кадастровой стоимости, производимый на предыдущем этапе кадастровой оценки, выполнялся в целом, а соответственно имущественный налог начислялся по долям всей квартиры. Новой методикой 2017 года предусмотрено лишь снижение общей площади квартиры на 20 м², а затем деление пропорционально между всеми собственниками долей в квартире земельного налога.

Стоит иметь виду, что в соответствии с кадастровой оценкой, самые дорогие квартиры находятся в центре города, где больше всего как раз коммунальных квартир, что свидетельствует о том, что самая необеспеченная часть жителей Санкт-Петербурга будет платить самые высокие налоги на имущество. Это несправедливо ни по отношению к честным налогоплательщикам, ни по отношению к бюджету Санкт-Петербурга. По мнению авторов, внесением поправок в Федеральный закон от 03.07.2016 N 237-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "О государственной кадастровой оценке", устанавливающий расчет налога на имущество по кадастровой стоимости, можно исправить эту несправедливость. В настоящее время данный закон не учитывает специфику коммунальных квартир. Налоговый кодекс предоставляет собственникам комнат льготу по уплате налога на имущество в размере 10 кв. м. от площади каждой комнаты, в то время как собственники квартир имеют право вычесть из площади всей квартиры только 20 кв. метров. Такая дифференциация льгот по замыслу федерального законодательства позволяет учесть интересы жильцов коммунальных квартир. Однако, в Санкт-Петербурге льготу для комнат оказывается применить нельзя. В период массовой приватизации жилья городские власти решили, как уже ранее было упомянуто, что приватизировать коммунальные квартиры можно будет по долям, а не по комнатам. И, в итоге, в коммунальных квартирах собственники владеют не комнатой и долей в общем имуществе квартиры, а просто долей квартиры. И платить налог они будут от стоимости всей квартиры (за

вычетом 20-ти метров). Таким образом права, предоставленные федеральным законодательством, в Санкт-Петербурге не могут быть реализованы, следовательно, нарушаются права жителей.

Есть и еще один немаловажный момент: закон предусматривает дифференциацию ставки налога в зависимости от кадастровой стоимости квартиры – чем больше стоимость квартиры, тем выше ставка, и тем больше будет размер налога. Это, конечно же, справедливо: дорогие квартиры в красивых престижных местах должны стоить дороже. Однако большинство коммуналок – это пяти-, семи-, десяти- и даже пятнадцатикомнатные квартиры, расположенные в центральных, престижных районах города. Они априори очень дорогие за счет своей площади и местоположения. Следовательно, для них будет применяться повышенная ставка налога, как для предмета роскоши.

В связи со всем вышесказанным, в рамках данной работы предложен метод расчета коэффициента корректировки удельного показателя кадастровой стоимости комнат в коммунальных квартирах на тип жилого помещения «комната». Предлагаемый метод реализован на примере Санкт-Петербурга, где для каждого района рассчитан предлагаемый поправочный коэффициент. Дифференциация коэффициентов по районам Санкт-Петербурга обоснована локальностью ценообразования, количеством и пространственной неоднородностью распределения комнат в каждом из них.

При расчете поправочных коэффициентов на тип жилого помещения «комната» использовались средние значения УПКС и УПРС в каждом районе. Предложенный коэффициент позволит значительно снизить кадастровую стоимость комнат в коммунальных квартирах, тем самым снизить налог на рассматриваемый вид недвижимого имущества.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.О. Кузнецова

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»

Как правило, результат работы организации оценивается только экономическими показателями, но не стоит забывать, что эффективность деятельности предприятия зависит от качественного состава персонала. Любой дальновидный предприниматель или руководитель организации уделяет внимание обучению персонала. Затраты на обучение всегда очень значительны, но как понять, что обучение было эффективным? В настоящее время этот вопрос все больше стал интересовать не только предпринимателей, но и руководителей муниципальных организаций. Практика показывает, что на данный момент в этих компаниях нет четкой и определенной системы оценки эффективности обучения персонала. Чаще они используют либо тестирование до и после обучения без наличия каких-либо определенных критериев, либо так называемые «листки счастья», которые содержат в себе очень общие вопросы, не дающие полной картины, позволяющей оценить эффективность обучения персонала.

Сегодня предоставлено большое количество методик. Хотелось бы остановиться на одной из них – модели Дональда Киркпатрика, которую может внедрить любая организация. В настоящее время эта модель зарекомендовала себя как наиболее результативный и профессиональный подход к оценке процесса обучения, она состоит из четырех ступеней оценки, а именно «Реакция», «Усвоение», «Применение», «Результаты» [1]. Задача проводимого исследования заключается в детализации каждой ступени.

Первая ступень – «Реакция» включает в себя первичную реакцию персонала на программу обучения, так называемый, «фитбэк» или обратная связь. Тут мы можем использовать упомянутые «листки счастья», но уже никак единственный метод оценки эффективности, а как составную часть. На данном этапе мы оцениваем полезность и качество материала. Оценивается тренер или преподаватель, его навыки, доступность подачи информации, а также сама программа обучения.

Для успешной реализации первой ступени был рекомендован и разработан опросник, который разделен на 4 блока вопросов. Каждый блок объединяет в себе вопросы по следующим направлениям: Содержание образовательной программы, ее качество, организация процесса обучения и оценка тренера/лектора. Помимо анкетирования, могут использоваться такие методы как интервью и фокус-группа.

Вторая ступень – «Усвоение». На данном этапе оцениваются полученные во время обучения знания, а также каким образом сотрудник будет применять их во время работы. Используются такие методы, как экзамен, тесты на проверку усвоенных материалов и/или практических знаний, устный опрос.

Было рекомендовано реализовывать данную ступень оценки в два этапа:

- Экзамен, тестирование или устный опрос непосредственно до проведения обучения – это поможет определить необходимость прохождения обучения сотрудником, а также с какими знаниями он был отправлен на тренинг/лекцию.
- Экзамен, тестирование или устный опрос после проведения обучения. На этом этапе отслеживается, как изменились знания сотрудника в результате обучения и изменились ли они вообще.

Также для удобства и оперативности проведения второй ступени, было рекомендовано использовать автоматизированные системы. В настоящее время на рынке существует большой выбор платформ для оценки персонала, но так как большинство муниципальных организаций использует программу 1С:Бухгалтерия, то целесообразнее и дешевле для данных организации автоматизировать данный процесс в программе 1С:Оценка персонала. Данное предприятие уже работает на платформе 1С, поэтому ему остается закупить только конфигуратор.

Третья ступень – «Применение». Является важной ступенью оценки эффективности обучения персонала. Тут мы получаем ответ на такие вопросы, как: «Что изменилось в работе сотрудника после обучения?», «Использует ли сотрудник полученные знания?». Предприятия могут использовать и различные системы оценки, например, систему ключевых показателей (KPI) или сбалансированную счетную карту или метод «360 градусов».

Было рекомендовано проводить оценку на данной ступени с использованием инструментов разработанных по принципу «360 градусов». Этот метод текущей оценки персонала помогает сформировать полноценную обратную связь не только со стороны руководства, но и со стороны коллег, подчиненных, а также включает в себя оценку собственной работы сотрудником, что является несомненным плюсом.

Для проведения данной оценки была составлена «Анкета для оценки поведения сотрудника на рабочем месте», которая включила в себя вопрос, пройденные во время обучения. Оценка каждого критерия осуществляется по 100% шкале.

Четвертая ступень – «Результаты». Эта ступень оценки является самой трудозатратной, так как включает в себя анализ выводов всех предыдущих этапов, поэтому она помогает получить ценную информацию: показывает эффективность и ценность обучения, а также ценность выполнения деятельности. Также для проведения оценки используется система ключевых показателей (KPI), на очень важно определить показатели до начала обучающей программы.

Таким образом, использование предлагаемой модели позволит предприятием получить более полную информацию о процессе обучения сотрудников, о его результативности и качестве. В дальнейшем планируется продолжить данное исследование и внедрить предлагаемую модель на конкретном предприятии – МУП «Водоканал» г. Иркутска.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кирпатрик Дональд Л., Кирпатрик Джеймс Д. Четыре ступеньки к успешному тренингу. – М.: Эйч Ар Медиа, 2008. – 240 с.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПЕНСИОННАЯ СИСТЕМА: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Д.С. Миронович

Филиал Российской Таможенной академии имени Бобкова

Повышенный интерес экономической науки к проблемам пенсионного обеспечения граждан как в мире в целом, так и в России в частности, связан с целым рядом факторов [1]: 1) с нарастающей тенденцией старения современного общества, что влечет диспропорцию населения, занимающегося трудовой деятельностью и пенсионеров; 2) неэффективностью функционирования известных к настоящему времени моделей социальной защиты лиц пенсионного возраста. Действие данных факторов усложняет социальные практики государств по реформированию национальных пенсионных систем. Следовательно, в условиях рыночных преобразований пенсионное обеспечение становится важной социальной гарантией для человека, поскольку пенсия является одним из основных, а зачастую и единственным источником средств к существованию для большинства пенсионеров. Однако, при всей важности морального аспекта стоит отметить, что и экономическое состояние общества зависит от эффективности функционирования системы пенсионного обеспечения, поскольку регулирование государством пенсионного обеспечения защищает пенсионера от катаклизмов нашей экономики в неустойчивое время. Вместе с тем, вопросы пенсионной реформы затрагивают финансы предприятий и организаций, доходы населения, бюджетную сферу, инвестиционные процессы. Настоящий период пенсионной реформы является основополагающим, поскольку обуславливает переход от распределительной системы пенсионного обеспечения к смешанной (накопительно-распределительной) системе [2].

Весной 2018 года Правительство объявило о старте новой пенсионной реформы в России, которая начнет реализовываться уже в 2019 году. Первым этапом очередной реформы будет повышение пенсионного возраста до 65/60 лет для мужчин и женщин — такой законопроект уже был принят в окончательном третьем чтении в Госдуме 27 сентября 2018 г. Из основных вопросов, которые будут решаться в ходе данной реформы, можно отметить следующие: 1) повышение пенсионного возраста; 2) внедрение добровольной накопительной системы (путем отмены действующей сейчас накопительной пенсии и замены ее индивидуальным пенсионным капиталом — ИПК) 3) изменения в правилах выплаты накопительной части пенсии (НЧП) для тех, кому она будет назначена в 2019 году; 4) отмена пенсионных баллов (бальной системы пенсионного обеспечения); 5) повышение роли

корпоративных пенсий в уровне пенсионного обеспечения россиян; 6) корректировка системы досрочного выхода на пенсию.

С учетом данных новшеств страховая пенсионная система, инвестирование пенсионных накоплений, негосударственное пенсионное страхование предоставят нам, молодым россиянам, возможность сделать свою будущую пенсию достойной. Как же сделать так, чтобы пенсия была максимально высокой? Несомненно, работать стоит только там, где платят «белую» зарплату. Нужно избегать работодателей, которые уклоняются от уплаты налогов. Также необходимо контролировать, уплачивает ли работодатель взносы в Пенсионный фонд РФ. И не стоит спешить выходить на пенсию, чем дольше ты работаешь после достижения пенсионного возраста и не оформляешь пенсию, тем выше впоследствии ее размер.

Современное российское законодательство предоставляет множество возможностей увеличить свою будущую пенсию тем, кто только начинает трудовой путь. Уточним эти возможности. 1. Инвестирование пенсионных накоплений, оставив их в Пенсионном фонде России, через частную либо государственную управляющую компанию или же перевести свои пенсионные накопления в негосударственный пенсионный фонд. 2. Участие в Программе государственного софинансирования пенсии. Ты можешь откладывать на пенсию из личных средств, и государство удвоит эти деньги на твоем пенсионном счете. 3. Участие в негосударственных пенсионных программах, которые предлагают негосударственные пенсионные фонды. Следовательно, свой достаток в старости можно сформировать самим – он будет зависеть напрямую от пенсионных взносов, сделанных за всю жизнь.

Однако хочется остановиться на лицах, которые всеми возможными способами уклоняются от обязанности платить налоги, страховые взносы, мотивируя свои действия отсутствием рациональной пенсионной системы, не дожитием до пенсионного возраста и т.д. Их действия в значительной мере подрывают стабильность социальных гарантий, в том числе и в части пенсионного обеспечения, поскольку если сегодня человек не платит страховые взносы в пенсионный фонд РФ (22%) от средней заработной платы по стране 36 000 рублей, то потери государства в месяц составляют 7920 рублей, в год 95040 рублей. А, если таких несознательных граждан 100, то потери государства в год составят более 9,5 млн. руб., если 1000 – более 95 млн. руб., если 10 000 – более 950 млн. руб. и т.д. А это значит, если средняя пенсия по стране 13345 руб. [3], то один человек, не уплачивающий страховые взносы, лишает пенсионера пенсии на 7 месяцев. Если таких несознательных граждан 100, то 100 пенсионеров в течение 7 месяцев могут остаться без пенсионного обеспечения и т.д. Следовательно, не только поднятие пенсионного возраста является выходом из сложившегося положения, но и изменение мировоззрения людей, которые в настоящее время работают или планируют начать свой трудовой путь.

Давайте будем дальновидными людьми и думать наперед о своем будущем! Ещё А.П. Чехов говорил: «Если Вы будете работать для настоящего, то Ваша работа выйдет ничтожной; надо работать, имея в виду только будущее». Хочешь, чтобы пенсия в будущем была максимально высокой, а жизнь – яркой; чтобы в старости не только жить безбедно, но и много путешествовать и заниматься хобби? Тогда думай о будущем уже сейчас! Твоя будущая пенсия зависит от тебя! Сделай ее достойной!

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://lektsii.org/3-116463.html>.
2. <http://www.deepfinance.ru/finances-6712-2.html>.
3. Статья 10. Страховые взносы в Пенсионный фонд Российской Федерации.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ОСНОВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ ЗЕМЕЛЬ

А.В. Морозов, Е.Н. Быкова
Санкт-Петербургский горный университет

Российское земельное законодательство признает обязательным отнесение земель и земельных участков к определенной категории, что подразумевает под собой факт дифференциации государственного земельного фонда страны по целевому назначению [1].

Суть процедуры отнесения земельного участка к определенной категории согласно Д.И. Мысову состоит в установлении целевого назначения использования земельного участка на основе изучения комплекса природных, социально-экономических и других факторов его использования с последующим закреплением установленного целевого назначения в виде категории земель посредством правового акта [2]. При этом установленная категория земель должна обеспечивать наиболее полное и рациональное использование земельного участка, в отношении которого проводилась процедура отнесения к определенной категории.

Сложившаяся практика отнесения земельного участка к определенной категории в качестве ключевого фактора рассматривает фактическое использование земельного участка, подтвержденное документами об использовании земель или описанием фактических признаков [3]. Так, нахождение земельного участка в границе населенного пункта автоматически подразумевает присвоение земельному участку категории «земли населенных

пунктов); использование земель для сельскохозяйственных нужд – присвоение категории «земли сельскохозяйственного назначения» и т.д.; земли запаса при таком подходе фактически являются землями без установленного целевого назначения [4].

Еще одним механизмом являются судебные решения по вопросу установления категории или вида разрешенного использования земель. Однако данная процедура является обременительной для физических и юридических лиц, что не позволяет признать ее в качестве эффективного способа решения проблемы. Применение же упрощенных процедур определения или установления категории сопряженно с коррупционными рисками и нарушением действующего законодательства.

Несмотря на вышесказанное, следует констатировать, что актуальное земельное законодательство не содержит в себе строгого определения понятия «категория земель», а также принципы и методы её установления и определения для земельных участков. К примеру, Федеральный закон № 172-ФЗ от 21 декабря 2004 года [5] регламентирует лишь порядок перевода земель из одной категории в другую, в то время как из самого термина «перевод земель» изначально уже следует наличие ранее установленной категории. В связи с этим данная процедура не может быть применена к вопросу отнесения земельного участка к определенной категории земель.

Объектом рассмотрения указанных документов являются земельные участки, вовлеченные в оборот, однако фактическому использованию подлежит сравнительно небольшая доля земельного фонда РФ. Следовательно, говорить о категории земель можно лишь в случае земельных участков, фактически находящихся в использовании и внесенных в Единый государственный реестр недвижимости. Однако фактическое использование территории не всегда отражает реальные свойства земельного участка и его производительный потенциал. Более того, данное несоответствие оказывает негативно влияние на качественное состояние не только земель, которые используются по иному (нежели обладают потенциалом) назначению, но и смежно расположенных. Например, для земель категорий лесного и водного фонда, земель природоохранного назначения даже небольшое антропогенное воздействие чревато непоправимыми изменениями и утратой ценных свойств земельного покрова, а изъятие таких земель из оборота уменьшает потенциал использования земельного фонда страны, что является следствием свойства ограниченности земли как природного ресурса. Несмотря на то, что необходимость учета производительного потенциала при использовании земель была обоснована в многочисленных научных работах, в частности в диссертации М.А. Сулина [6], данное положение не нашло отражения в земельном законодательстве.

Поскольку актуальная система разделения земельного фонда страны по категориям была сформирована на основе ранее действующей советской системы, целесообразно провести анализ советского земельного законодательства по данному вопросу.

Земельный кодекс РСФСР от 01.07.1970 г. предусматривал только государственную собственность на земельный фонд страны. Его подразделение на шесть категорий (в последствии их количество увеличилось до семи за счет выделения из состава земель промышленности, транспорта, курортов, заповедников и иного несельскохозяйственного назначения земель особо охраняемых территорий и объектов) осуществлялось в соответствии с основным целевым назначением [7].

Определение и изменение категории земель осуществлялось в соответствии с перспективными планами использования единого государственного земельного фонда органами, в чьи полномочия входило принятие решений о предоставлении таких земель. Из этого положения следует, что советская система управления земельными ресурсами носила ведомственный характер. Так, сельскохозяйственные земли, земли населенных пунктов находились в ведении городских, поселковых, сельских Советов народных депутатов; земли промышленности, лесного и водного фондов, а также земли запаса – в ведении Исполнительных комитетов областных, краевых Советов народных депутатов [7]. Изменение категории фактически выражалось в смене ведомственного учреждения, регулирующего режим использования земель. После прекращения существования СССР и изменения земельного строя был урегулирован лишь вопрос об изменении целевого назначения сельскохозяйственных земель [8]. В отношении других категорий отсутствие механизма определения целевого назначения использования земель в условиях рыночной экономики создает правовой вакуум для отнесения земель к определенной категории. При этом, как отмечают исследователи, земельный участок без установленной категории может существовать как «статический» с точки зрения оборота объект, т.е. он не может становиться объектом земельным отношений.

Таким образом, установленное законодательно требование принадлежности земельного участка к определенной категории фактически может быть не выполнено в силу противоречивости действующего законодательства. В частности:

- законодательно установлена необходимость отнесения земельных участков к определенной категории при отсутствии четкого определения «категория земель»;
- деление земельного фонда на категории в теории основано на принципе целевого назначения земель, на практике же учитывается лишь фактическое использование земельных участков;
- установлены компетенции органов государственной власти и органов местного самоуправления по определению категории земельного участка при отсутствии правил или методических указаний по проведению процедуры определения категории земель.

Выявленные пробелы в законодательстве и практической деятельности нуждаются в преодолении, поскольку данная ситуация препятствует вовлечению в оборот земель, категория которых не определена,

способствуют росту коррупции при попытке незаконным путем приобрести земельный участок из состава земель с неопределенной категорией.

Также важно организовать рациональное соотношение категорий земель в составе фактически используемых площадей, поскольку данные земельные участки составляют базу налогообложения; при этом величина земельного налога значительно различается в зависимости от установленной категории земель.

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности регулирования процедуры и необходимости создания научно обоснованной методики определения категории земель на основе свойств (естественных и искусственно созданных), которыми обладает рассматриваемый земельный массив. Данный шаг позволит формировать такую систему земельных ресурсов в стране, которая будет соответствовать реальными потребностями народного хозяйства, и при этом учитывать принципы рационального и экономного природопользования, что в настоящее время является приоритетной мировой целью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ [Электронный ресурс]. Консультант Плюс, 2017. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru>.
2. Мысов Д.И. Определение категории земель // Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование. – 2008. – №3(36). – режим доступа: http://dpr.ru/journal/journal_34_25.htm.
3. Богоявленская Е.М. Практические аспекты категории земель / Е. М. Богоявленская, М. Г. Пискунова // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2014. – № 3 (150). – С. 44–57.
4. Крассов О.И. Комментарий к Земельному кодексу Российской Федерации (постатейный). 2-е издание, переработанное. – М.: Норма, 2009.
5. Федеральный закон от 21.12.2004 N 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [Электронный ресурс]. Консультант Плюс, 2018. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru>.
6. Сулин М.А. Организация рационального использования земельных ресурсов в агропромышленном комплексе: дис. докт. эк. наук: 08.00.05 / Сулин Михаил Александрович. – Ленинград, 1991. – 342 с.
7. Земельный кодекс РСФСР от 1.12.1970 [Электронный ресурс]. Библиотека нормативно-правовых актов СССР. – Режим доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_7338.htm.
8. Смагина О.В. Отнесение земель к категориям. Перевод земель из одной категории в другую // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2007. – № 5. – С. 63–76.

ПРАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПАТЕНТНОГО АНАЛИЗА НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

А.С. Николаев

Санкт-Петербургский национально-исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Инновационный процесс сопряжен с высокой степенью неопределенности, поскольку любая инновация представляет собой новый продукт, для успешного выведения на рынок которого требуется создать определенные условия. Для этого требуется провести анализ рынка не только в рамках маркетингового исследования ожиданий потребителей, но и в сфере охраны объектов интеллектуальной собственности. Инновационный процесс представляет собой последовательную цепь событий, в ходе которых возникает новшество от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги. Инновация в своем жизненном цикле проходит ряд стадий: зарождение (возникновение идеи, исследовательские работы), рост (вывод инновационного продукта на рынок), зрелость (тиражирование, серийность, рост объемов продаж), насыщение рынка (достигаются максимальные объемы производства и максимальные объемы продаж) и упадок (снижение объемов продаж, уход продукта с рынка или формирование нового инновационного проекта на существующей базе). Проходя стадии «разработка – внедрение – капитализация – трансформация», команда инновационного проекта подводит итоги реализации каждого из этапов, отмечая их эффективность и результативность.

Полнота учета, организация системного сбора данных о реализации проекта на этапе внедрения инновации помогает скорректировать деятельность организации с учетом существующего стратегического плана. Сегодня учет и мониторинг всех процессов автоматизирован для ускорения принятия решения и оперативного внесения изменений. В больших компаниях получаемая информация аккумулируется на различных корпоративных информационных ресурсах, которые могут быть связаны между собою в единую систему, функционирующую в формате систем управления базами данных. Здесь могут использоваться решения SAP HANA или иные разработки в области CRM.

Анализ и оценка проводится на всех этапах жизненного цикла инновации (для товара это: маркетинг, НИОКР, внедрение, эксплуатация, производство и постпроизводственное обслуживание). Результаты проведенного анализа используются для оценки экономической эффективности проведенных мероприятий и выработке предложений по совершенствованию инновационной политики организации. По этапам контроль

делится на входной, операционный, предпродажный, готовой продукции (гарантийный) и завершающий, который представляет собой итоговый аудит по результатам реализации проекта. Инновационный процесс имеет циклический характер, поэтому полученные результаты анализа могут использоваться для принятия иных управленческих решений по различным корпоративным вопросам [2].

В современных теориях инновационного менеджмента этапу предпроектного планирования уделяется наибольшее внимание, так как именно в этот период формируется стратегия развития проекта. Для того чтобы определить будущее место инновационной разработке на рынке необходимо получить полную и достоверную информацию о текущем положении дел в избранной нише. Необходимо провести ретроспективный анализ конкурентной среды, определив наличие потенциальных угроз. К числу подобных угроз относятся разработки компаний-конкурентов и их инновационная деятельность. Существующие технологии промышленного шпионажа позволяют получить данные о научно-техническом и ресурсном потенциале конкурентов, однако если идет речь о глобальном рынке, затраты на проведение подобной конкурентной разведки могут оказаться выше, чем предполагаемый экономический эффект от внедрения инновационного проекта. Универсальным и наиболее надежным источником информации при проведении анализа конкурентной среды являются базы патентных данных [5].

Патентная информация представляет собой сведения о выданных патентах, поданных заявках на регистрацию патента, выбранных областях приоритетов, стратегиях охраны объектов интеллектуальных прав, а также об иных аспектах патентной защиты инновационных решений. Исследуя данные о поданных заявках на получение патентов и действующих правоустанавливающих документов на результаты интеллектуальной деятельности, мы получаем широкий спектр данных об авторах и правообладателях, областях приоритетов, стратегиях правовой охраны объектов интеллектуальной собственности – перспективных технологий и инновационных разработок.

Для определения стратегий вывода инновационной продукции на глобальный рынок требуется проведение оценки степени защищенности технологии на отечественном рынке и общей конкурентоспособности отечественных разработок. Чтобы понять у каких инновационных предприятий страны есть необходимые разработки, нужно провести исследование национального рынка интеллектуальной собственности. Результаты патентной аналитики могут применяться и на государственном уровне с целью разработки государственных программ в области инновационного развития

На этапе предпроектного анализа патентных данных мы можем выработать собственную стратегию защиты своего инновационного проекта. Так, для программ для ЭВМ государственная регистрация присваивается в заявительном порядке, подача соответствующих документов в Роспатент только определит факт авторства. Кроме того, программные продукты, рассчитанные на краткосрочное использование и подверженные моральному износу в срок менее года, чаще всего не регистрируются, так как данные действия не принесут экономического эффекта. С другой стороны, для объектов патентного права возможен выбор сохранения информации о разработке в режиме коммерческой тайны. Подобная практика правовой охраны изобретений в статусе ноу-хау помогает организациям избежать публичного сообщения о технических особенностях инновационного продукта. Срок правовой охраны ноу-хау будет определять период сохранения коммерческой тайны. Предпроектное исследование рынка объектов интеллектуальной собственности также помогает выбрать форму регистрации результата интеллектуальной деятельности – изобретение, полезную модель и промышленный образец. Специалисты патентных ведомств и патентные поверенные рекомендуют для новых разработок подавать, так называемые, зонтичные патенты. Подобными документами будет охватываться вся область, смежная с нашим инновационным продуктом, что создаст дополнительные препятствия для конкурентов, которые будут стремиться обойти действующий патент.

На этапе развития инновационного проекта результаты патентного анализа будут показывать динамику конкурентной среды и ее реакцию на возникшую инновацию, а также помогут спланировать новые исследования и разработки. На этом этапе результаты патентного поиска могут помочь крупным компаниям наладить работу с малыми инновационными предприятиями по принципу «охотников за технологиями». Патентный портфель небольших организаций можно приобрести, либо выступить спонсором дальнейших исследований на принципах венчурного финансирования.

На этапе завершения инновационного проекта результаты патентного анализа помогут руководству компании принять стратегическое решение о перезагрузке инновации путем дальнейшего инвестирования в прикладные исследования, призванные улучшить продукт, либо продать данные патенты как актив до того, как он не потерял своей ликвидности.

Наиболее комплексным инструментом в сфере экспертной поддержки решения задач стратегического планирования является патентный ландшафт. Патентный ландшафт представляет собой итог независимого аналитического исследования патентных документов и научно-технической литературы в выбранной предметной области, оформленный с использованием современной инфографики и технологий 3D моделирования. Внедрение инструментария патентных ландшафтов в практику стратегического управления инновационной деятельностью на уровне отдельной компании или отрасли в целом обеспечивает формирование стратегии комплексной защиты важных для инновационного развития компании научно-технологических областей [4].

Таким образом, применение патентной аналитики на разных стадиях жизненного цикла инновационного проекта обеспечивает ускоренный вывод на рынок новых технологических решений и услуг; повышение

эффективности внутренних инвестиций на НИОКР; сокращение рисков выбора малоэффективных стратегий защиты интеллектуальных прав. На государственном уровне построение отраслевых ландшафтов обеспечивает формирование профильных рекомендаций по стратегиям инновационного развития и патентной защиты для участников различных отраслей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абраменко, О.И. Патентный ландшафт как инструмент визуализации и анализа патентной информации. Сколково. – 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hse.ru/data/2016/05/26/1131472908/Abramenko_viz_patent_landscape.pdf, своб.
2. Антипов, А.А. Современные проблемы инноватики / А.А. Антипов. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 89 с.
3. Асланов Э. Опыт использования патентного ландшафта при принятии решений в бизнесе / Э. Асланов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/node/1857>.
4. Ена, О.В. Отраслевые патентные ландшафты – инструмент стратегического управления инновационной деятельностью [Текст] / О.В. Ена // ИС. Промышленная собственность. – 2016. – Спецвыпуск. – С. 12–16.
5. Цветкова, Н.А., Туккель, И.Л. Модели распространения инноваций: от описания к управлению онными процессами // Инновации. – 2017. – № 11. – С. 106–111.

БЕЗОПАСНОСТЬ РФ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

А.С. Пиликуева

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Понятия «криптовалюта», «блокчейн», «майнинг», «смарт-контракт» стремительно вошли в нашу жизнь и закрепились в экономике. Человек двадцать первого века не раз слышал их, однако цифровая экономика в целом является новинкой для граждан, как Интернет в конце двадцатого столетия.

Как сказал один из героев книги Г.В. Елизаветина «Деньги»: «...как многое другое, деньги выдуманы не одним человеком, а самой жизнью, необходимостью. Необходимость <...> лучший выдумщик...». Какая же «необходимость» подтолкнула человека или группу людей на создание новой формы денег, которая перевернула всю финансовую систему и расширила возможности цифровой экономики? Действительно ли криптовалюта может стать валютой будущего, а блокчейн – технологией будущего? И главный вопрос: как государство должно регулировать эту инновационную систему, чтобы избежать новых проблем?

Россия не стоит в стороне от мирового процесса цифровизации, и потому распоряжением Правительства РФ в 2017 году была утверждена Программа «Цифровая экономика РФ». Программа развивает основные положения Стратегии развития на 2017–2030 годы. Цифровизацию российской экономики планируется начинать, прежде всего, с таких отраслей, как образование, здравоохранение, наука, промышленность, сельское хозяйство, торговля, транспорт, электроэнергетика, ЖКХ и рынок финансовых услуг. Благодаря повсеместному внедрению цифровых технологий станет возможным в том числе, развитие телемедицины, онлайн-обучения, беспилотного транспорта, систем «умный дом» и «интернет вещей»; оно также обеспечит прозрачность управления бизнесом и государством на всех уровнях. Первые шаги в этом направлении в стране уже сделаны. Активно функционирует электронная система «Госуслуги», ставшая весьма популярной среди граждан. Ресурс позволяет удалённо решить многие вопросы. Например, проверить задолженность, получить различные справки, оформить необходимые документы и прочее. Ожидается, что к 2020 году доля граждан, использующих его возможности, достигнет 70%, а 95% населения страны будут подключены к глобальной сети Интернет. Специалисты отмечают, что уже сейчас зарождается система электронного правительства и развивается концепция открытых данных [1].

В цифровую систему входит множество составляющих, однако одними из самых известных и самых непонятных для обывателя элементов цифровой системы являются криптовалюта и связанная с ней технология блокчейн. В настоящее время на территории Российской Федерации и других государств криптовалюты широко используются для приобретения товаров и услуг. Не секрет, что криптовалюта выступает не только в качестве инвестиционного инструмента, но и инструмента спекулятивной и нелегальной торговли. А это значит, что за криптовалютным миром уже скрывается какая-то часть теневой экономики государств, которая не поддается оценке. Анонимность платежа обусловила активное использование криптовалют в торговле оружием, наркотиками, поддельными документами, в отмывании доходов, финансировании терроризма и в иной преступной деятельности. Кроме того, процесс их выпуска и обращения полностью децентрализован, отсутствует возможность его не только правового, но и фактического регулирования, особенно со стороны государства. Отсутствие государственного регулирования делает невозможным обжалование или отмену несанкционированной транзакции, а нахождение криптовалют вне правового поля делает невозможным правовое регулирование сделки и обязательств обеих сторон. К примеру, если оплата произведена, но услуга или товар не

получены, то нет гарантий возврата такого платежа. При этом криптовалюты в силу децентрализации не имеют субъекта, обеспечивающего их условную платежеспособность [2].

Продажа криптовалюты похожа на продажу акций, поэтому термин ICO (Initial coin offering), или «Первичный выпуск монет (токенов)», был построен по аналогии с IPO (Initial Public Offering), или «Первичное публичное предложение акций». ICO представляет собой нерегулируемый механизм привлечения инвестиций, при котором новые единицы криптовалют продаются за ликвидные денежные средства или получаются путём разовой или ускоренной эмиссии. С одной стороны, существует количественное ограничение единиц криптовалют, что, по своей сути, не может привести к ее обесцениванию. С другой стороны, из-за безналичной формы криптовалют имеют место резкие перепады валютного курса, что при сочетании крайне неблагоприятных факторов (например, запрет на использование криптовалют в большинстве стран) может привести к их быстрой девальвации и небывалому по своим масштабам экономическому кризису во всем мире.

Также некоторые опасности кроются в самой технологии блокчейна, на которой построены все существующие криптовалюты. Безусловно, блокчейн – это одно из лучших изобретений человечества, которое может совершенствовать цифровую систему. Например, данная технология уже активно применяется при составлении «умных контрактов», которые могут в скором будущем заменить нотариусов. Возможно, в недалеком будущем с её помощью будут проходить выборы любого уровня или она поможет совершенствовать налоговую и бюджетную системы государств. Но чем больше мы будем внедрять блокчейн в нашу жизнь, тем больше мы будем становиться зависимыми от него, и из-за этого возникнут риски и угрозы не только для сохранности денежных средств отдельно взятого инвестора или гражданина, но и для финансовой безопасности всего государства [3]. В Российской Федерации на данный момент нет определенного законодательства, регулирующего сферу криптовалют и внедрение технологии блокчейна. Следовательно, это является нерегулируемым «белым пятном» в сфере законодательства и национальной финансовой системы.

На примере криптовалют мы понимаем, что помимо очевидных преимуществ цифровая экономика несёт в себе и новые вызовы и угрозы, которые напрямую связаны с её особенностями и характеристиками. Расширение спектра и индивидуализация цифровых услуг ведут к тому, что контроль в области цифровых сервисов снижается, а возможности для мошенничества существенно увеличиваются.

Важнейшими угрозами для финансовой системы РФ в цифровой экономике являются [4]:

- 1) высокие степени риска отмыwania доходов и финансирования терроризма, а также иной преступной деятельности через криптовалюты;
- 2) нарушение национальных приоритетов России в финансовой области из-за продвижения иностранными компаниями на внутренний российский рынок эксклюзивных финансовых программ в рамках цифровизации экономических отношений;
- 3) высокая степень мобильности и взаимосвязи финансовых рынков на базе новейших информационных технологий, что в случае падения одного из них, приведет к обвалу всей системы;
- 4) усиление киберпреступности и высокий риск утечки информации [5].

Развитие цифровой экономики в России требует адаптации российского законодательства к новым видам отношений и их юридическому составу, то есть новым объектам и субъектам информационных правоотношений, специфическим правам, обязанностям и ответственности. Объектами правоотношений в цифровой экономике, как правило, выступают данные, элементы инфраструктуры, деятельность в конкретных информационных областях.

В рамках этого направления предполагается добиться реализации следующих задач [6]:

- 1) создание новых отдельных правовых институтов для развития и регулирования цифровой экономики;
- 2) внедрение системы мониторинга и управления, что предполагает текущий контроль над изменениями и оперативное реагирование на быстро меняющуюся цифровую среду;
- 3) правовое обеспечение для формирования единой среды цифрового доверия, что потребует разработку основных правил взаимодействия рынка с государственными органами, кредитными учреждениями и другими финансовыми институтами.

Критически важно для развития цифровой экономики обеспечение свободного и равноправного обмена информацией, так как этот обмен является первоосновой этого развития. Необходимо выработать новую модель регулирования в контексте невероятно ускоряющихся темпов развития информационных технологий. Опережая технологии и думая на перспективу, следует обеспечить надежную защиту персональных и прочих данных информационной системы. Общей тенденцией должно стать упрощение оборота информации как предмета сделок, а защита персональных данных и частной жизни должна становиться ориентиром государственного регулирования в той части, в которой она может быть действительно обеспечена. Кроме того, зарубежный опыт свидетельствует о важности привлечения гражданского общества и бизнеса к законотворческому процессу и разработке мер государственного регулирования в сфере цифровой экономики, что ведет к достижению баланса и максимальному учету интересов участников правоотношений.

Для России наиболее важной задачей на начальном этапе становления цифровой экономики является формирование не просто представлений, а знаний о данной сфере, то есть видение и анализ проблем, возникающих при использовании современных цифровых технологий, и путей их решения. Государство, отталкиваясь от определённых знаний в данной сфере, может не только регулировать цифровое пространство и финансовую деятельность в рамках этого пространства, но и выявлять и предотвращать угрозы, связанные с этой деятельностью. Необходимо осознать, какие аспекты и вопросы необходимо разрешить на международном

уровне, а какие на национальном; какие на законодательном уровне, а какие могут регулироваться самостоятельно, без вмешательства. Законодательные изменения при этом должны быть очень продуманными, четкими, а главное, максимально адаптивными к изменениям в цифровой системе. Так, цифровая экономика сможет и будет содействовать дальнейшему экономическому развитию страны и благодаря цифровизации национальной экономики Россия сможет выйти на новый социально-значимый, технически и технологически продвинутый уровень.

Таким образом, для формирования единого цифрового пространства, успешного и безопасного внедрения и развития цифровой экономики необходимо совершенствование управления информационными потоками и знаниями в цифровых системах, развитие цифровых инфраструктур и стандартов связи, повышения уровня защиты, выделение дополнительных инвестиций в информационную и экономическую безопасность и соответствующее правовое регулирование. Государство должно как можно быстрее найти наиболее подходящий вариант управления цифровым пространством для обеспечения безопасности в цифровой экономике. Понимая механизмы цифровой экономики, цифровой системы в целом и контролируя эту систему, государство получает возможность не только надзора за деятельностью в цифровом пространстве, но и предотвращения экономических рисков и угроз, что позволяет быть уверенным в завтрашнем дне.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А.В. Бабкин [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 9–25.
2. Информационное сообщение «Об использовании криптовалют» [Электронный ресурс]: Росфинмониторинг [сайт]. – Режим доступа: www.fedsfm.ru/news/957 (дата обращения 14.04.2018).
3. Апатова Н.В., Королев О.Л., Круликовский А.П. Анализ влияния блокчейн-технологии на финансовую систему / Н.В. Апатова, О.Л. Королев, А.П. Круликовский // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 31–39.
4. Турка А.С. Угрозы стабильности финансовой системы России и способы их нейтрализации [Электронный ресурс] / А.С. Турка // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – С. 813–816. – URL: <https://moluch.ru/archive/90/18289/> (дата обращения: 15.04.2018).
5. Каранина Е.В. Финансовая безопасность (на уровне государства, региона, организации, личности) / Е.В. Каранина // Киров: ФГБОУ ВО «ВятГУ». – 2015. – 239 с.
6. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632-р Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации" [Электронный ресурс]: – URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения 13.04.2018).

ИНФЛЯЦИЯ ИННОВАЦИЙ: РЕАЛЬНОСТЬ И ПРОГНОЗ

А.О. Попова

Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал Российской Таможенной академии

Существует в России инфляция инноваций? Данный вопрос особенно актуален в нашей стране, поскольку люди озабочены не только высокими ценами и экономической ситуацией в стране в целом, но и развитием технологий, новшествами. Появляются различные споры и обсуждения, но каждый человек остаётся при своём мнении, так и не разобравшись, что же такое инфляция на самом деле, и как она характеризуется. В настоящей статье предпринята попытка изучить реальность и дать прогнозы инфляции инноваций.

Рассматривая данную тему, можно найти большое количество определений понятий инфляции, поскольку инфляция является неотъемлемой частью социально-экономической жизни общества. Она носит устойчивый характер с конца XX в. и является международным феноменом. Инфляция рассматривается как обесценение денег, снижение их покупательной способности [1]. Проявлением такого процесса является неуклонный рост цен на товары. В России отчётливо прослеживается данная тенденция, так как деньги обесцениваются достаточно быстро, а товары и услуги становятся дороже. Можно заметить, что люди, не понимая причин и механизма этого процесса, перестают верить в стабильность экономики и начинают переживать за своё благосостояние. А что же можно отметить в отношении инфляции инноваций? Инновация – это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов, востребованное рынком [2]. В нашей стране развитие такого процесса происходит крайне медленно. Инновационные проекты очень сложно продумать, правильно построить план действий, так как вся концепция сильно зависит от временной стоимости денег. Инфляция во многих случаях негативно влияет на эффективность проекта, условия реализуемости, потребность в финансировании. Существуют различные виды воздействия на инновации в России, первый – посредством влияния на ценовые показатели. Он зависит от внутренней инфляции иностранной валюты в стране и влияет на выручку, затраты по проекту и амортизационные отчисления. Последние с течением времени будут отставать от обесценивания. Второй вид связан с потребностью в стимулировании и финансировании, так как инновационные проекты требуют большого количества средств, а неравномерность обесценения денег играет очень важную роль. Она

меняется во времени, поэтому появляется определённый риск, который невыгоден инвесторам. В нашей стране практически не предусмотрены кредитные предложения, когда процентная ставка будет меняться в зависимости от уровня инфляции. Экономические особенности в России требуют определённого анализа будущей ситуации для пошагового плана проекта. Важно оценивать ряд показателей, которые будут взаимосвязаны с инфляцией. Необходимо примерно подсчитать индекс внутренней рублевой инфляции и прогнозировать валютный курс рубля. Изменения цен на продукцию, которые тесно связаны с инфляцией, а также с общественными потребностями и с улучшением или ухудшением качества товаров. Стоимость таких ресурсов, как газ, нефть, энергоресурсы, оборудование, сырьё следует ставить на одно из первых мест при анализе обстоятельств, действующих на инновационный проект. Причины инфляции являются неотъемлемой составляющей, поэтому их тоже необходимо рассмотреть и проанализировать. Монетарная причина характеризуется превышением денежной массы над товарной. Она связана с другой причиной, которая проявляется в росте цен в стране из-за повышения цен монополиями. Одним из аспектов анализа проблемы инфляции является исследование соотношения темпов роста денежной эмиссии и обесценения денег. При небольших масштабах процесса и умеренном росте цен на товары большая часть денег остаётся на руках у населения. Таким образом, величина денежной массы возрастает. Так называемая «жадность» людей играет немаловажную роль, так как это желание человека получать большую заработную плату, чтобы позволить себе лучшие условия жизни. Такие изменения не принесут пользы работникам, так как количество денег увеличится, а соответственно, возрастут и цены на все товары и услуги, потому что производители имеют право защищать свою деятельность с помощью повышения стоимости своей продукции.

Таким образом, в соответствии с вышесказанным текстом можно сделать следующий вывод. Инфляция инноваций – это сложный экономический процесс, который негативно воздействует на финансовую и денежную систему в целом. Люди остро воспринимают такие изменения. Усложняется управление инновационной экономикой, поэтому тяжело начать какие-либо реформы и привести ситуацию к стабилизации. Несмотря на все последствия, нужно знать, что существует экономический процесс, он динамичен и цикличен. Страна не может стоять на одном этапе развития, так как постоянно происходит прогресс с негативными или позитивными результатами. Именно по этой причине в нашей стране пытаются постепенно развивать отрасли, отвечающие за борьбу с инфляционным процессом. Борьба представляет собой проблему денежно-кредитной политики, поэтому требуется проведение широкого комплекса антиинфляционных мероприятий: стабилизация производства, улучшение налоговой системы, и проведение определённых мер по регулированию цен и доходов. Инфляция инноваций будет в России ещё долгое время, пока наша экономика не достигнет определённого уровня развития, при котором инвесторам будет легче понимать стратегию инновационного проекта и способы его финансирования. С течением времени россияне будут нечасто слышать про активное развитие технологий, но такое явление вполне нормальное для экономики Российской Федерации. Однако изменения всё же будут происходить, и следующее поколение это сможет заметить и проследить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов А.С. Экономика. – 2006. – 476 с.
2. Солонская Л.А. Инфляция: учеб. пособие. 1999. – 5 с.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНОВ: ОБЗОР МИРОВЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.В. Ромашкина, С.В. Тишков, А.П. Щербак, В.В. Каргинова

Институт Экономики Карельского научного центра Российской Академии Наук

Вопросы устойчивого развития и обеспеченности регионов энергоресурсами нашли отражение в трудах как отечественных, так и зарубежных учёных. При этом рассматривались и фундаментально-теоретические проблемы, и имеющие прикладной характер.

Отметим, что методологическая основа проводимых исследований менялась с изменением философского подхода к взаимодействию общества и природы. Это раскрывается в работах В.И. Вернадского, Ю.Ю. Галкина, Э.В. Гирусова, А.А. Горелова, К.Х. Делокарова, В.А. Лося, В.А. Кобылянского, Н.М. Мамедова, Е.В. Никоноровой, Ю.В. Олейникова, И.Т. Фролова, А.Д. Урсула, А.Н. Чумакова и др.

В настоящее время господствующей является цивилизационная парадигма, предполагающая существенное снижение ресурсных потребностей (Э. Вайцзеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс, М. Месарович, Д. Медоуз и Е. Форестер).

В России основные теоретические и методологические основы исследований заложены группой учёных, среди которых стоит особо выделить Л.С. Беляева, Н.И. Воропай, А.З. Гамма, И.П. Дружинина, Ю.Д. Кононова, Л.Д. Криворучко, А.А. Макарова, А.П. Меренкова, Л.А. Мелентьева, Л.С. Попырина, Ю.Н. Руденко, Б.Г. Санеева и В.А. Ханаева.

Российские ученые, работающие в области развития региональной энергетики (Л.С. Беляев, Ф.В. Веселов, С.А. Воронин, О.В. Марченко и В.С. Турецкий), рассматривали её с точки зрения возможностей и ограничений для выполнения народнохозяйственных функций и преимущественно фокусировали внимание на факторе стоимости электроэнергии (анализировали возможные изменения в тарификации). Такие исследователи, как А.С. Некрасов, В.А. Петров, Ю.В. Синяк и С.А. Шанин, показали, что повышение цен на электроэнергию приводит к ускорению инфляции и общему снижению темпов роста ВВП (ВРП).

При этом конкретная мера влияние энерготарифов на динамику ВВП (ВРП) зависит от энергоемкости и энергоэффективности экономики. В России, где данные показатели достаточно высоки, очевидно, что рост цен на электроэнергию может привести к значительному замедлению экономического развития. Таким образом, для устойчивого развития экономики регионов необходимы как оптимизация стоимости электроэнергии, так и снижение энергоемкости и повышение энергоэффективности ВРП.

Подобное невозможно при отсутствии единой проработанной программы и стратегии действий на государственном уровне. В качестве обоснования данного вывода можно привести теорию Дж. Стиглица о необходимости регулирования рынка государством в целях максимального общественного благосостояния, а также модель сложности/противоречивости взаимоотношений независимых компаний Б. Виллемса и К. Хогендорна. По мнению этих ученых, в отношении объектов, объединенных технологически, но не имеющих централизованного управления, для обеспечения их надёжной работы необходимо введение внешнего координирования и контроля всех участников процесса.

На практике для снижения энергоемкости и повышение энергоэффективности ВРП целесообразно обратиться к опыту развитых стран, учесть сильные и слабые стороны проводимых в них реформ. Стоит ориентироваться и на имеющиеся научные разработки. Например, мероприятия экономии энергии в промышленности, на транспорте и в домашних хозяйствах (Х. Майкснер и К. Мейер-Абих).

Отдельное направление исследований связано с оценкой влияния энергетики на экологию региона. Данной теме посвящены работы В.А. Веникова, В.И. Вернадского, Э.В. Гирусова, В.С. Голубева, А.А. Горелова, Б.И. Козлова, В.Б. Козлова, Н.М. Мамедова, Э.А. Манушина, А.И. Мелуа, И.Б. Новика, Ю.А. Олейникова, С.А. Подолинского, И. Пригожина, Н.С. Шаповалова и А.Л. Яншина, а также зарубежных исследователей: У. Браун, К. Боулдинг, К. Дэвис и др. В частности, были выявлены общие взаимосвязи энергетики и экономики (В.И. Зоркальцев, Ю.Д. Кононов, А.А. Макаров, Е.А. Медведева Л.А. Мелентьев, А.С. Некрасов, Б.Г. Санеев и Л.С. Хрилев). Рассматривалось долгосрочное прогнозирование развития энергетики при существующих экологических ограничениях: как отечественными (И.А. Башмаков, П.П. Безруких, И.В. Иванов, В.С. Красноручий, Ю.М. Корякин, В.А. Легасов, Р.Д. Маргулов, И.М. Неклюдов, Б.Е. Патон, Ю.Н. Руденко, Д.С. Стребков, М.А. Стырикович и Ю.А. Цецерин), так и зарубежными исследователями (П. Путнам, Д. Рейли, В. Хефеле и Д. Эмондс).

Немецкие экономисты Э. Вайцзеккер, Э. Ловинс и Л. Ловинс в своих работах анализировали эффективность использования ресурсов с точки зрения экологии. Авторы считали, что для дальнейшего развития человечество должно радикально усовершенствовать технологии, уменьшить потребление энергии и повысить эффективность использования природных ресурсов. Э. Вайцзеккер, Э. Ловинс и Л. Ловинс, проанализировав развитие ресурсосберегающих технологий, пришли к выводу, что вместо глобальной катастрофы после 2050 года можно ожидать одновременной стабилизации численности населения и промышленного производства при снижении уровня загрязнения окружающей среды. Их идеи и подходы легли в основу стратегии Европы по устойчивому развитию. Отметим, что данные идеи могут быть полезны и в рамках осуществления энергетической политики на региональном уровне.

При этом стоит обратить внимание на то, что в современных экономических и политических реалиях энергетические проблемы не могут рассматриваться исключительно в рамках одного региона. Государство и его дипломатические ведомства представляют интересы конкретных энергетических компаний, а те, в свою очередь, используют в качестве инструментов геополитического влияния. Мировой рынок нефти в значительной степени определяет стратегию многих стран. Сущность и генезис энергосистемы в условиях глобализации является междисциплинарной темой, а потому привлёк внимание учёных как общественных дисциплин, так и естественнонаучных, технических и даже гуманитарных: И.Б. Бестужева-Лады, Д. Белла, Д.М. Гвишиани, В.В. Загладина, П.Л. Капицы, Н.Н. Моисеева, Г. Пауке, О. Тоффлера, И.Т. Фролова, Г.С. Хозина, А.Н. Чумакова и др.

В данном случае, в качестве меры снижения внешнего давления и при этом решения существующих экологических проблем можно рассматривать переход на возобновляемые виды топлива и местные энергетические ресурсы. Изучение преимуществ и ограничений возобновляемых источников энергии на сегодняшний день является достаточно популярным направлением, в качестве примера можно привести работы американских ученых И. Валлерстайна, Р. Гилпина, Р. Кохейна, Дж. Найя, Дж. Розенау, С. Стренджа и К. Уолтца.

В целом же, говоря об американских исследованиях, можно отметить, что их глубина обусловлена значительными расходами США на энергетические НИОКР – с конца 90-х годов ежегодные расходы составляют около 7 млрд долл, то есть более 9% от инвестиций в топливно-энергетический комплекс. Значительная доля и расходы на НИОКР и в Японии, которая по данному показателю занимает второе место в мире. В России выделяемые суммы, особенно на региональном уровне, существенно ниже. Меньше расходы и, соответственно, распространение современных технологий по глубокой переработке нефти, производству электроэнергии и

энергосберегающего оборудования. Безусловно, всё это оказывает негативное влияние на энергетическую безопасность страны и отдельных её регионов.

Обзор исследований, проведённых отечественными учёными, позволил выявить ряд проблем и ограничений, стоящих перед регионами страны в области обеспечения и использования энергетических ресурсов. Их нивелирование возможно с помощью использования опыта развитых стран, разработок мировых учёных. В частности, одним из перспективных направлений, обозначенным в статье, является распространение и переход на местные и возобновляемые источники энергии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Карелия в рамках научного проекта №18-410-100002 p_a «Исследование факторов, определяющих энергоэффективность экономики Республики Карелия на основе математических моделей».

МИНИМИЗАЦИЯ МАССЫ ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ

А.В. Сафронов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Мытищинский филиал

Цель работы заключается в разработке проекта перспективной лёгкой цистерны для хранения жидкостей и сыпучих материалов. Исследование актуально в связи с увеличением грузопотока жидкого углеводородного топлива. Другой областью применения полученных результатов является авиационная и космическая техника, требующая создания лёгких и прочных конструкций. Ещё одна область применения находится в создании силовых корпусов новых подводных аппаратов. Перевозка и хранение сыпучих веществ, таких как цемент, мука, зерно, песок и т.д., тоже требуют иметь лёгкие и прочные транспортные ёмкости.

Работа началась с выяснения оптимальных или рациональных форм открытых бассейнов, но очень скоро исследование стало междисциплинарным [1–6]. В настоящее время традиционной цистерной является цилиндрическая конструкция, потому что она наиболее технологична. Является ли такая конструкция оптимальной или рациональной по массе, особенно важной для транспортных средств? Для иллюстрации был исследован пример оптимальной по массе цилиндрической ёмкости. Пусть, например, требуется создать закрытую цилиндрическую ёмкость для перевозки жидкости или сыпучего материала объёмом 1000 м^3 . Объём цилиндра равен $V_{\text{ц}} = \pi r^2 h = 1000 \text{ м}^3$. Высота цилиндра равна $h = \frac{V_{\text{ц}}}{\pi r^2}$. Подставляем выражение для высоты в формулу для площади полной поверхности цилиндра, включающей боковую поверхность и два круглых основания, получаем целевую функцию для поиска её минимального значения $S_{\text{ц}}(r) = 2\pi r h + 2\pi r^2 = \frac{2V_{\text{ц}}}{r} + 2\pi r^2$. Определяем производную полученной целевой функции $\frac{dS_{\text{ц}}(r)}{dr} = \frac{-2V_{\text{ц}} + 4\pi r^3}{r^2}$. Применяем необходимое условие экстремума $\frac{dS_{\text{ц}}(r)}{dr} = 0$. Получаем уравнение $-2V_{\text{ц}} + 4\pi r^3 = 0$. Из этого уравнения определяем радиус цистерны $r = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{ц}}}{2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1000}{2\pi}} \approx 5,419 \text{ м}$. Найденное значение радиуса является точкой минимума, потому что при переходе через неё производная функция $\frac{dS_{\text{ц}}(r)}{dr}$ изменяет знак с минуса на плюс. При таком радиусе площадь полной поверхности конструкции будет равна $S_{\text{ц}} = \frac{2V_{\text{ц}}}{r} + 2\pi r^2 \approx 553,581 \text{ м}^2$. Высота цилиндра будет равна $h = \frac{V_{\text{ц}}}{\pi r^2} = \frac{1000}{\pi \cdot 5,419^2} \approx 10,840 \text{ м}$. Длина самой лёгкой цилиндрической цистерны получилась равной диаметру конструкции $D = 2r = 2 \sqrt[3]{\frac{V_{\text{ц}}}{2\pi}} \approx 10,838 \text{ м}$. На практике применение такой конструкции ограничено. Если для морского транспорта такое соотношение размеров допустимо, то для автомобильного не может быть применено, потому что проезжая часть окажется перекрытой. Автомобильные цилиндрические цистерны имеют большое удлинение, поэтому далеки от самых лёгких конструкций. Противоречие между минимальной массой и нерациональными габаритными размерами цилиндрической цистерны можно устранить только переходом к другим формам конструкций, более сложным, менее технологичным, более дорогим в изготовлении, но зато окупающимся в перспективе.

Сначала рассмотрим пример открытой ёмкости в виде сферического сегмента радиуса r высотой h . Объём сферического сегмента равен $V_{\text{сс}} = \frac{3\pi r h^2 - \pi h^3}{3}$, а площадь поверхности $S_{\text{сс}} = 2\pi r h$. Рассмотрим отношение объёма открытой ёмкости в виде сферического сегмента к площади её поверхности как функцию от высоты сферического сегмента $f(h) = \frac{V_{\text{сс}}}{S_{\text{сс}}} = \frac{3rh - h^2}{6r}$. Определяем производную $\frac{df(h)}{dh} = \frac{3r - 2h}{6r}$. Применяем необходимое условие экстремума $\frac{df(h)}{dh} = 0$. Получаем уравнение $3r - 2h = 0$. Из этого уравнения находим критическую точку $h = \frac{3r}{2}$. Это точка локального максимума, так как при переходе через неё функция $f(h)$ изменяет свой знак с

плюса на минус. Получилось, что максимальный объём сферического сегмента при минимальной его площади будет достигнут, если отсечь от сферы «шапочку» высотой, равной половине радиуса сферы. Сферические аквариумы для рыбок выполняют именно такой формы для максимизации объёма наливаемой в них воды. При этом объём сферического сегмента равен $V_{cc} = \frac{\pi h^2(3r-h)}{3} = \frac{9\pi r^3}{8} \approx 3,534r^3$, а площадь его поверхности равна $S_{cc} = 2\pi rh = 3\pi r^2 \approx 9,425r^2$. Полученных предварительных данных достаточно, чтобы исследовать новую конструкцию цистерны. Цистерна должна быть закрытой, поэтому достаточно соединить два сферических сегмента друг с другом по окружностям открытых частей. Получится закрытая ёмкость с удвоенным объёмом и с удвоенной площадью поверхности по сравнению с единичным сферическим сегментом, то есть с объёмом $V = \frac{2\pi h^2(3r-h)}{3} \approx 7,068r^3$ и площадью поверхности $S = 2 \cdot 2\pi rh \approx 18,850r^2$.

Сравнительный анализ габаритов самых лёгких цистерн одинаковой ёмкости (приближённые размеры)

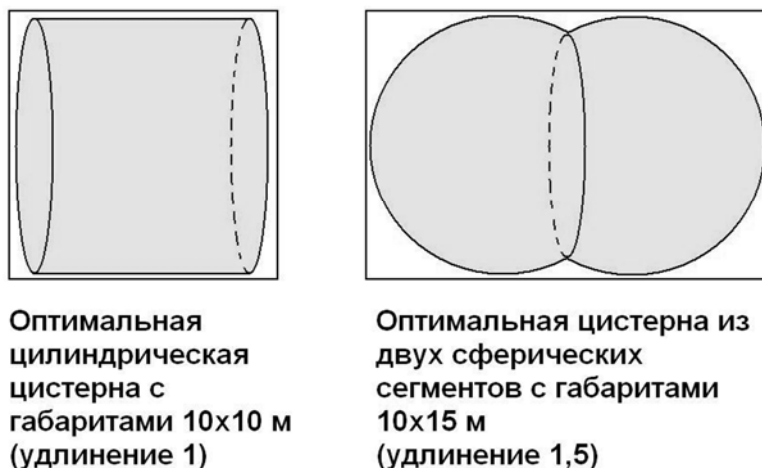


Рис. 1. Соотношение габаритных размеров традиционной и новой цистерн

Для сравнительного анализа новой конструкции цистерны с традиционной цилиндрической формой возвращаемся к конкретному модельному примеру с объёмом ёмкости $V = 1000 \text{ м}^3$. Тогда радиусы двух состыкованных сферических сегментов должны быть одинаковыми и равными $r \approx \sqrt[3]{\frac{V}{7,068}} \approx \sqrt[3]{\frac{1000}{7,068}} \approx 5,211 \text{ м}$. При этом площадь поверхности цистерны, то есть масса конструкции, будет минимальной и равной $S \approx 511,863 \text{ м}^2$. После аналитического и численного изучения традиционной цилиндрической цистерны и новой конструкции в виде двух состыкованных сферических сегментов был проведён сравнительный анализ полученных результатов. Для иллюстрации соотношения габаритных размеров традиционной и новой конструкций представлено на рис. 1.

Выводы.

1. Объёмы обеих цистерн одинаковые. В расчётном примере они были приняты равными $V = 1000 \text{ м}^3$.
2. Площадь поверхности и масса конструкции в виде двух сферических сегментов для рассмотренного конкретного объёма оказалась меньше площади традиционной цилиндрической системы на 7,5%.
3. Для рассмотренного объёма 1000 м^3 экономия листового материала составит $41,7 \text{ м}^2$.
4. При толщине стального листа 2 мм экономия объёма стали равна $0,083 \text{ м}^3$, то есть $647,4 \text{ кг}$ при плотности стали 7800 кг/м^3 . Цистерна становится легче более чем на 600 кг и более чем на 7,5%.
5. Два состыкованных сферических сегмента позволяют создать рациональную конструкцию с увеличенным удлинением для улучшения транспортабельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафронов А.В. Экономическая роль технического задания в строительстве / Сборник трудов конференции "Строительство – формирование среды жизнедеятельности". XX Международная межвузовская научно-практическая конференция студентов, магистров, аспирантов и молодых учёных. – Москва, Московский государственный строительный университет, 26–28 апреля 2017 г. – С. 753–755. – Электронный ресурс: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2017/StFJD2017.pdf>.
2. Сафронов А.В. Экономическое обоснование технического задания в строительстве / XI Всероссийский форум студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах». – Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, 23–27 октября 2017. – Секция «Экономика и управление». – Диплом «За лучший секционный доклад». – Электронный ресурс: <http://ysc.spbstu.ru/forum2017/>.

3. Сафронов А.В. Экономическое обоснование технического задания в строительстве / Машиноведение и инновации. 29-я конференция молодых учёных и студентов (МИКМУС-2017). Труды конференции. – Москва, Институт Машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, 6-8 декабря 2017 г. – ISBN 978-5-44-65-1752-7. – С. 242–244. – Электронный ресурс: http://mikmus.ru/opendocs/MIKMUС-2017/Pr_17_v_002.pdf.

4. Сафронов А.В. Сочетание дополнительного образования школьников с учебным планом и научной работой студентов / Материалы 28-й Международной конференции "Современные технологии в образовании". – Троицк-Москва, 27 июня 2017. – ISBN 978-5-9907219-4-4. – С. 399–401.

5. Сафронов А.В. Математика технического задания для новых строительных объектов / XXI Международная научная конференция "Строительство – формирование среды жизнедеятельности 2018". – НИУ МГСУ, Конкурс "Молодёжные инновации 2018", апрель 2018.

6. Сафронов А.В. Междисциплинарные связи при обучении информатике в строительстве / Материалы 29-й Международной конференции "Современные технологии в образовании". – Троицк-Москва, 26 июня 2017. – С. 137–139. – Электронный ресурс: <http://ito2018.bytic.ru/materials>.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПОДЪЕМНИКОВ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ

М.И. Сигимова, Е.В. Козина

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ)

В каждой стране есть люди с ограниченными физическими возможностями – как врожденными, так и являющимися результатом различных травм. Различают болезни, приводящие к структурным изменениям (органические заболевания) различных составляющих позвоночника (позвонков, суставов, мышц, дисков, связок) и болезни, нарушающие его функции (функциональные заболевания).

По данным Федеральной службы государственной статистики, данные заболевания составляют 19% в структуре первичной инвалидности. В Российской Федерации на учете в органах социальной защиты населения состоят свыше 10 млн. инвалидов. Ежегодно впервые признаются инвалидами свыше 1 млн. человек. Согласно Федеральной службе государственной статистики 2017 года по Пензенской области насчитывается 102 000 инвалидов, по России – 12,6 млн граждан, признанных инвалидами. По данным Минтруда, количество инвалидов, обслуживаемых на дому социальными учреждениями, равняется 550 821 [1]. Болезней, травм, неприятных ситуаций в жизни происходит много, вследствие чего лежачий будет находиться на домашнем лечении, поэтому тема анализа рынка производителей подъемников для инвалидов является актуальной.

На данный момент существует государственная программа поддержки под названием «ДОСТУПНАЯ СРЕДА» на 2011–2020 годы. Данная программа предусматривает реализацию комплекса мероприятий, позволяющих обеспечить беспрепятственный доступ к приоритетным объектам и услугам в сферах жизнедеятельности инвалидов и других маломобильных групп населения. Совершенствование механизма предоставления услуг в сфере реабилитации, включая решение вопросов образования и занятости инвалидов, государственной системы медико-социальной экспертизы в целях реализации их прав и основных свобод [2]. В рамках этой программы было решено провести анализ производителей подъемников и выявить возникающие трудности при выборе и предложить пути их решения.

Подъёмник — грузоподъёмная машина, предназначенная для вертикального или наклонного межуровневого перемещения людей и (или) грузов в специальных грузонесущих устройствах.

Проанализировав существующие подъемники для людей, была составлена классификация. Все конструкции можно поделить по следующим признакам:

- назначение;
- положение большого;
- автоматизация;
- привод подъемника;
- стоимость;
- широта потребления.

Общее количество производителей – более 30, с учетом российских и зарубежных. Подъемники можно разделить на 2 крупных направления: для дома (медицинские учреждения) и для улицы. Уличные делятся на: пандусы, лестничные и гусеничные подъемники. Мы же берем во внимание только подъемники для дома и анализируем только их.

Подъемники бывают: специализированные под ванну, для подъема и перемещения. Имеются различные конструкции с различными приводами: ручной, гидравлический, электрический. Стоимость зависит от назначения и привода и варьируется от 25 000 до 500 000 рублей.

Подъемник предназначен для механизации при ежедневном уходе за лежачими больными, в частности, при подъеме лежащего над кроватью с целью выполнения гигиенических и санитарных, водных процедур и

перемещении его в пределах помещения. Может использоваться медицинским персоналом, родственниками больного при выполнении гигиенических процедур, смене белья и выполнении предписаний лечащего врача.

Потребителем данного подъемника являются люди, ограниченные в движении, требующие постоянного ухода. Основным покупателем являются родственники лежачих больных. Потенциальным покупателем могут стать различные социальные учреждения. По данным Федеральной службы государственной статистики, на конец 2017 года насчитывается 1277 стационарных учреждений социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов. Число больничных организаций составляет 5400. Количество санаторно-курортных лечебно-профилактических учреждений – 3517. Потребность в подъемниках имеется колоссальная, однако не каждое государственное учреждение и обычный житель может позволить себе подъемник за 100 000 рублей.

В качестве технических требований к оборудованию можно выделить: минимизация совершаемых болевых действий; безопасность; транспортабельность; техническое обслуживание.

В качестве экономических требований: низкая стоимость; эргономичность.

При выборе подъемника нужно брать во внимание требования и возможности потребителя. Можно представить идеальный вариант подъемника со всеми приспособлениями, улучшающими использование, и недорогой ценой.

В табл. 1 представлены основные параметры подъемников.

Таблица 1. Сравнительная таблица конкурентов

Название производителя	Страна производитель	Тип привода	Необходимость в комплектующих	Стоимость (руб.)
Арнольд 125 Rebotec	Германия	Электропривод	есть	89 100
Подъемник для ванны КАНЬО Отто Бокк	Германия	Электропривод	нет	49 000
Подъемник СН-41.00	Россия	Гидравлический	есть	36 270
Устройство для подъема инвалидов Riff LY-138	Германия	Электропривод (аккумулятор)	нет	24 700
Aacurat Standing UP мод. 625	Германия	Электропривод	есть	129 875
Подъемник медицинский ИПП-2Г	Россия	Гидравлический	есть	36 225
Вертикализатор для взрослых инвалидов МИНИК	Россия	Электрический	нет	165 000

Анализ рынка производителей подъемников показал, что для многих конструкций необходимы комплектующие изделия, чаще всего это носилки или ремни, имеющие стоимость более 10 000 рублей. Дополнительные вложения и в то же дорогостоящую покупку также является минусом при выборе подъемника.

После тщательного анализа производителей подъемников стало понятно, что необходима конструкция, выполняющая все требования, представленные ранее, без дополнительной покупки комплектующих.

Таким образом, было найдено решение технической и экономической задачи по изготовлению подъемника для лежачих.

Предлагается следующее решение: конструктор для лежачих больных. Модель представляет собой П-образную несущую стойку на колесах, механическое грузоподъемное устройство и ляжечные носилки. Лямки распределяются равномерно вдоль лежачего и протаскиваются на противоположную сторону кровати. Эту несложные действия под силу выполнить как подросту, так и пожилому человеку, чтобы выполнять безболезненный уход за лежачим.

Преимущества данной конструкции: доступная цена; простота; без боли и неудобств для лежачего; минимальные габариты. Технические характеристики: грузоподъемность до 140 кг., габариты (высота/ширина/длина) 1,8/1,1/0,7 м.

Таким образом, данная конструкция имеет себестоимость 8 500 рублей, стоимость составит 20 000 рублей, в то время как у других производителей цена подъемников намного выше и по большей части это зарубежные компании. Российских производителей на рынке данной продукции мало. В основном, это ИНВАПРОМ, ООО «Инновационная мастерская Отче Савва». В России огромное количество поставщиков именно зарубежной продукции.

Продвижение продукции является одним из важных элементов реализации продукции. Расклейка объявлений по остановкам, уже стало неэффективным каналом. И большая часть рыночных отношений теперь идет в сети Интернет. Так как это эффективно и при большом желании можно делать бесплатно.

С развитием рынка в сети Интернет появилось такое направление как SMM (Social Media Marketing). Начнем с того, что профессия эта появилась сравнительно недавно в связи с бурным ростом социальных медиа как платформы для работы с клиентами. Это один из первых каналов продаж, который сейчас считается актуальным, социальные сети, а именно Вконтакте. Именно здесь идет общение различных слоев населения и внедрение продукта наименее проблематично.

Продвижение данного продукта планируется вести через такой канал, как интернет-магазины Авито и Юла. На данный момент, именно в этих магазинах идет наибольшее количество продаж, и конкуренция на этом рынке дает стимул к развитию и улучшению качества продукции.

И главное преимущество этих каналов продаж в том, что они бесплатны. Что значительно снижает затраты на рекламу. Но не оставляем без внимания оффлайн продвижение. Значительная часть целевой аудитории находится в социальных учреждениях, такие как дома престарелых, поликлиники, лечебные санатории. Здесь имеет место быть раздача листовок и рекламных буклетов, установка рекламы на досках объявлений.

Таким образом, можно заметить, что рынок российских производителей подъемников свободен, и за счет большого количества потенциальных покупателей, производство предложенного подъемника является актуальным. Важно провести грамотную маркетинговую программу и, в дальнейшем, увеличивать продажи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные показатели здравоохранения [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. URL: <http://www.euro.who.int/ru/data-and-evidence> (дата обращения: 30.09.2018).
2. Программа «Доступная среда» [Электронный ресурс] // Жить вместе. URL: <http://www.zhit-vmeste.ru/gosprogramma-dostupnaya-sreda/> (дата обращения: 30.09.2018).

КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА МАШИНО-МЕСТ

Д.Д. Симонова

Санкт-Петербургский горный университет

В настоящее время в Российской Федерации происходит модернизация системы кадастрового учета и регистрации прав на недвижимость. В связи со вступлением в силу законодательных поправок от 3 июля 2016 года № 315-ФЗ с 1 января 2017 года в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) стала вноситься информация о машино-местах. Современный уровень автомобилизации, особенно в крупных городах, продолжает повышаться, парковочные места становятся острой необходимостью. По исследованиям Московского аналитического агентства «Автостат», на 1 января 2017 года обеспеченность машинами в Москве составляет 308 штук на 1000 жителей, а в Санкт-Петербурге – 316 [1], поэтому сегодня машино-место стало не только объектом недвижимости, но и потребным объектом собственности, что предопределило возможность его официального оформления.

Несомненным преимуществом регистрации машино-места как обособленного объекта недвижимости является экономическая сторона нововведения. Так, при регистрации права собственности, как на нежилое помещение, так и на долю в праве общей собственности, применялась налоговая ставка 0,5 % от кадастровой стоимости объекта недвижимости. В настоящее время устанавливается ставка в размере 0,1 %, но она может быть уменьшена до нуля или увеличена, но не более чем в три раза нормативными правовыми актами представительных органов муниципальных образований (законами городов федерального значения Москвы, Санкт-Петербурга и Севастополя) [2]. Соответственно, актуальная максимальная налоговая ставка на машино-место составляет 0,3 %, что более выгодно по сравнению с предыдущим налогообложением. С одной стороны, снижение ставки обеспечит социальную справедливость, с другой, может повлечь даже относительное повышение процента отчислений в бюджет в связи с финансовой выгодой налогоплательщиков, количество которых увеличится.

Однако в настоящее время ценовая политика рынка недвижимости машино-мест не является инвестиционно привлекательной. При покупке квартиры в новостройке Санкт-Петербурга стоимость места на парковке может достигать 3 млн. рублей. В спальных районах машино-место стоит от 700 тыс. до 1,5 млн. рублей и до нескольких миллионов в центре города. Среднестатистический покупатель квартиры в эконом-новостройке не готов приобретать парковочное место по стоимости автомобиля, на котором он ездит. Рассматривая машино-место с позиции инвестиционной составляющей, покупка для сдачи в аренду нерентабельна. Примерно 4 тыс. рублей в месяц стоит аренда, то есть покупка не окупится даже за 10 лет.

При этом неурегулированным является не только вопрос рыночной стоимости машино-места, но и кадастровой. Из-за несовершенства законодательства кадастровая оценка машино-места в паркинге на данный момент рассчитывается на основе показателей кадастровой стоимости жилья в данном комплексе. Определенная в массовом порядке, по общим усредненным показателям кадастровая стоимость зачастую оказывается в разы выше рыночной, что влечет последующее оспаривание кадастровой стоимости. В большинстве случаев кадастровую стоимость машино-мест удается существенно снизить в результате пересмотра, зачастую на 60-70%. Так, кадастровая стоимость мест на встроенной парковке в домах на Петровской набережной превышала 6 млн. рублей, в доме на набережной Мойки доходила до 7,6 млн. рублей, в доме на Морском проспекте, 15 – до 10,9 млн. рублей. Владельцы оспорили эту стоимость, и в результате она была снижена в 2,5–4 раза. Большое количество судебных дел об оспаривании кадастровой стоимости свидетельствует о том, что существующий механизм ее определения неэффективен [3]. Отсутствие отдельного метода расчета кадастровой стоимости конкретно для этого объекта недвижимости приводит к ошибкам при налогообложении и тормозит повсеместное

внедрение данного понятия [4]. Проектом приказа Минэкономразвития России предлагается определять кадастровую стоимость машино-места в том же порядке, что и для помещений, с использованием соответствующих показателей кадастровой стоимости для нежилых помещений, однако это касается только ранее неучтенных объектов недвижимости и может применяться в период между последней и предстоящей государственными кадастровыми оценками. Тем не менее, данное предложение не является проработанным рациональным решением существующей проблемы, так как при таком расчете не учитываются исключительные характеристики машино-места как обособленного объекта недвижимости, оно приравнивается по функциональным свойствам к нежилым помещениям, что влечет за собой определение недостоверной кадастровой стоимости.

В 2018 году перед Санкт-Петербургским государственным бюджетным учреждением «Городское управление кадастровой оценки» встала задача определения кадастровой стоимости тех машино-мест, сведения о которых оказались внесены в ЕГРН. Проблемными вопросами оказались вопросы использования адекватных методов оценки, достоверности исходных рыночных данных, определения значимых стоимостных факторов, а также возможности построения точной модели кадастровой стоимости машино-мест.

В целях решения обозначенной проблемы было проведено исследование, в ходе которого кадастровая стоимость машино-мест в рамках сравнительного подхода определялась статистическим методом. Он подразумевал под собой составление выборки объектов и выявление ценообразующих факторов с последующим построением модели. Исходя из анализа рынка к выявленным факторам отнесены: район расположения машино-места, площадь, этаж, отопляемость и расположение паркинга. Среди перечисленных факторов только местоположение объекта оказало существенное влияние на цену, однако, принимая во внимание, что оно является качественным показателем, рассматриваемая методика расчета позволяет с малой долей вероятности определить реальную кадастровую стоимость, так как для каждого района города будет одна и та же кадастровая стоимость машино-места независимо от его индивидуальных характеристик.

В связи с этим, был предложен альтернативный способ расчета, который основан на анализе рыночных стоимостей объектов жилого назначения (квартир) и машино-мест, а также кадастровой стоимости квартир. Был определен переходный коэффициент как частное средней рыночной стоимости квадратного метра объекта жилого назначения и средней рыночной стоимости квадратного метра машино-места. Кадастровая стоимость была рассчитана как произведение средней кадастровой стоимости квадратного метра объекта жилого назначения и переходного коэффициента.

В результате проведенного исследования следует заключить:

Во-первых, машино-место является экономически ценным нововведением в вопросе налогообложения, то есть, официальная регистрация машино-мест позволила, с одной стороны, снизить налоговую ставку за счет изменения вида объекта недвижимости (с нежилого помещения на машино-место) для городов федерального значения в 1,5 раза, а для всех остальных городов и поселений – в 5 раз, с другой – обеспечить поступления в бюджет в связи с увеличением количества налогооблагаемых объектов.

Во-вторых, вторичный рынок машино-мест все еще находится в стагнации, что не позволяет осуществить сбор достаточной и достоверной рыночной информации для массовой оценки указанных объектов.

В-третьих, недоработки со стороны методических аспектов определения рыночной и кадастровой стоимостей машино-мест в связи с тем, что они официально признаны объектами недвижимости и регистрации прав, приводят к невозможности применения объективно справедливой налоговой политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитическое агентство «Автостат» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Москва, 2016. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/27115/>.
2. Налоговый кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 146 - ФЗ (ред. от 03.08.2018) // Государственная дума, 1998.
3. Сулин М.А. Кадастр недвижимости и мониторинг земель: учебное пособие / М.А. Сулин, Е.Н. Быкова, В.А. Павлова. – СПб.: Лань, 2017. – 368 с.
4. Быкова Е.Н. Техническая инвентаризация объектов капитального строительства: учебное пособие / Е.Н. Быкова, В.А. Павлова. – СПб.: Лань, 2014. – 160 с.

ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЯГКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ

А.Ю. Степанова

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

На современном этапе управления персоналом организации используют разные подходы к реализации человеческих ресурсов, многие из которых уходят от чистого менеджмента и внедряют мягкие методы управления. Одним из факторов для таких изменений выступает наличие неоднозначных организационных

проблем. Их решение не поддается формализации, количественному выражению воздействия и последствий, отсутствует возможность выделить одно определенное или лучшее решение. В конечном итоге появляется необходимость внедрения другого подхода, в котором заранее учитывается отсутствие ответа, проверяемого по условиям задачи.

В таких случаях для достижения результата руководитель формулирует конечную цель и озвучивает промежуточные этапы её достижения, оставляет возможность выбора методов, инструментов, подходов и допускает корректировку выбранного пути, понимая дальнейшую необходимость действовать и перераспределять ресурсы в непредвиденных ситуациях или при появлении новых возможностей. При этом последовательное решение проблемы достигается малыми и связанными между собой приращениями: формальным анализом, поведенческими технологиями и разумным использованием власти.

Перед непосредственным решением проблемы обратимся к состоянию самой организации. Присутствует ли у сотрудников чувство беспокойства? Есть ли у них ощущение, что совершаемые ими действия не входят в сферу их компетенции? Для объективной оценки важно использовать неформальные подходы к сбору данных от всех подразделений и различных групп должностей, что впоследствии поможет определить степень неотложности в принятии управленческих решений.

Особое внимание стоит уделить всем приемлемым альтернативам, определение которых возможно при использовании творческого потенциала сотрудников, повышения их осознанности и самостоятельного определения зоны ответственности. Сам работник понимает, как достичь тех или иных результатов своей деятельности. При этом для решения текущих задач или координации действий не стоит исключать возможность свободного обращения за консультацией или помощью к любому сотруднику вне зависимости от его статуса и сферы управления.

Управление человеческими ресурсами подразумевает заботу о кадрах, при этом акцент делается на командном взаимодействии. Отдельно каждый работник воспринимает себя как субъект управления, и, повышая свою личную осознанность, черпает вдохновение и приобретает желание действовать. Но, когда речь идёт о целостном и эффективном сотрудничестве, возникает необходимость использовать инструмент, который позволит из разрозненных частей создать единый и живой организм. Одним из способов для достижения данной цели может выступать «интегральная модель» или «модель четырех квадрантов» (рис. 1) американского исследователя Кена Уилбера.

Интегральная модель демонстрирует, как тесно между собой связаны убеждения каждого из сотрудников, организационная культура, внешнее поведение и вся система организации, при этом для планирования изменений и успешного функционирования компании в матрице не должно быть слепых пятен. Любое изменение в одном из аспектов неизбежно оказывает влияние на все стороны жизни компании.

Алгоритм принятия управленческих решений выглядит следующим образом:

1. Анализ каждого квадранта (личность, культура, поведение, система).
2. Формулирование результата в общих словах.
3. Фаза осознанности или работа с целями каждого участника.
4. Анализ ситуации и заинтересованных сторон (акцент на преобладание внутренней игры над внешней).

Разделение всех участников на классификационные группы, работа с потенциальными игроками и аутсайдерами.

5. Описание желаемого результата (обоснование целей по SMART методике, выбор количественных и качественных критериев оценки, построение дерева целей).

6. Реализация первых шагов.

7. Фиксация результата (сбор обратной связи, обсуждение дальнейших планов, корректировка поставленных целей).



Рис. 1. Интегральная модель Кена Уилбера

Менеджеры, проводящие изменения, должны сознательно вырабатывать гибкость в управлении организацией, а также иметь в резерве ресурсы, обеспечивающие ее последовательный рост в благоприятных условиях. Необходимыми инструментами для поддержания работы команды могут выступать декартовы координаты и правополушарные методики.

Таким образом, можно сделать вывод, что мягкие методы управления позволят повысить индивидуальные результаты, а расширение способов достижения цели ведет к наращиванию трудового потенциала, распространению корпоративных ценностей и увеличению вклада каждого из сотрудников.

К ВОПРОСУ О ПРЕДЕЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Е.Д. Тимощук, М.А. Томарева, М.С. Тиховская

*Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал государственного казенного
образовательного учреждения высшего образования «Российская таможенная академия»*

Каждый человек, являясь участником экономических отношений, вынужден принимать определенное решение, связанное с потреблением необходимых благ для удовлетворения своих потребностей. Выбор ему приходится делать в условиях ограниченности ресурсов и, зачастую, материальных средств. На что же ориентируется человек, выбирая тот или иной продукт, осуществляя поиск замены ему или его аналога?

В условиях ограниченности ресурсов человек выбирает блага, исходя из их полезности. Он определяет их возможное дальнейшее использование и степень, в которой он сможет с помощью этого блага удовлетворить свои потребности. А в современной экономике большое значение имеют инновации, которые позволяют намного рациональнее использовать ограниченные ресурсы. Понятие «инновация» трактуется в трех аспектах: как результат научной мысли, новая идея, новшество, опыт, не имеющая еще товарной формы; как предназначенное для продажи новшество, инновационный продукт как товар на рынке инноваций; как отражение процесса трансформации научных достижений в фактор производственного процесса [1].

Свойства инновации:

- 1) научно-техническая новизна (преимущества по сравнению с традиционными решениями);
- 2) практическое воплощение (промышленная применимость), т.е. использование в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, образовании или других областях деятельности;
- 3) установленная выгодность производства и исполнения, выраженная в коммерческой реализации продукта; способность удовлетворять рыночному спросу, приносить прибыль производителю; ответ запросам потребителей. Еще в 1854 году немецкий ученый Герман Госсен сформулировал экономический закон (1 закон) предельной полезности, который гласит [2]: «Большинство благ обладают свойством убывающей предельной потребности: чем больше потребление некоторого блага, тем меньше приращение полезности, получаемой от единичного приращения потребления данного блага». Следовательно, предельная полезность – это дополнительная полезность, получаемая от потребления каждой последующей единицы товара. В свою очередь предельная полезность инноваций – понятие сугубо индивидуальное, это субъективная оценка индивидуумом потребляемых благ с учетом достижений современной науки и техники. Поэтому точного значения или математического выражения данная величина принимать не может. Однако возможно выделить несколько факторов, которые имеют свое влияние на формирование полезности инноваций: соответствие шкале ценностей человека, что зависит от воспитания, социального положения, уровня дохода индивидуума; уровень дохода покупателя (чем ниже уровень дохода, тем выше требования и полезность инновации ведь, если человек богат, он может позволить себе купить большее количество инновационных товаров, которые удовлетворили бы несколько его потребностей); способность вещи удовлетворить одну или несколько потребностей в инновационных товарах (данный фактор относится преимущественно к человеку с низким уровнем дохода, так как он вынужден удовлетворить как можно большее число потребностей в условиях ограниченности материальных возможностей).

Таким образом, человек не всегда самостоятельно определяет степень ценности инновации, порой за него это делает общественное мнение. В таких случаях, когда человек самостоятельно не понимает истинное назначение товара, действует следующая теория: «Во многих случаях предельная полезность последующих единиц инновационных товаров, работ, услуг сначала увеличивается, достигает максимума и лишь, затем начинает снижаться». Человек будет пользоваться инновацией, пока он не получит достаточной оценки в глазах окружающих, затем он найдет другой источник удовлетворения своих престижных потребностей. И такой источник становится найти все легче и легче в условиях постоянного технического прогресса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Экономика». 3-е издание под редакцией А.С. Булатова.
2. Н.И. Роньшина. «История экономических учений».

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

С.В. Тишков¹, А.П. Щербак¹, В.В. Каргинова¹, Ю.В. Ромашкина¹, К.А. Кулаков²

¹Институт Экономики Карельского научного центра Российской Академии Наук

²Петрозаводский государственный университет

Преобразование традиционных источников энергии в нужные для человечества формы приводит к отрицательным последствиям для планеты (загрязнение атмосферы, выбросы парниковых газов и др.). Так, по данным Мирового Энергетического Совета о запасах и потреблении первичных энергоносителей, обеспеченность текущего потребления геологическими ресурсами составляет по углю – около 850 лет, по природному газу – 270 лет, по нефти – 180 лет. Доля России в мировых запасах нефти составляет 4,6%, природного газа – 32,9%, угля – 15,9%. Серьезную опасность представляют выбросы и накопление в атмосфере углекислого газа и метана, вызывающие неблагоприятные воздействия на климат и уровень Мирового океана, что может привести к экологическим катастрофам и экономическим бедствиям. Наряду с этим неравномерность распределения ископаемого топлива, его истощение, существующая система добычи, транспортировки, преобразования и потребления стали основным фактором процесса глобализации экономики, сферой политических интересов и методов воздействия одних стран на другие. Решение указанных проблем делает актуальным рассмотрение в качестве основных возобновляемых источников энергии: энергию солнца, земли, ветра, воды и др. Энергетика, базирующаяся на использовании указанных нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ), рассматривается как альтернативна современной энергетике.

В настоящее время интерес к развитию возобновляемой энергетике существенно возрастает, что подтверждается самым большим уровнем роста использования НВИЭ среди всех источников энергии в мировом балансе. Если потребление первичных энергоресурсов возрастет по прогнозам с 2000 г. по 2020 г. в 1,47 раза, то потребление энергии от возобновляемых источников более чем в 5 раз. Однако это незначительная часть экономически реализуемого потенциала возобновляемой энергетике, который, по минимальным оценкам, составляет 20 млрд. тонн условного топлива в год.

Широкое использование возобновляемых источников энергии сдерживается малыми плотностями их потока и изменчивостью во времени, достаточно высокой стоимостью большинства технологий преобразования, ориентацией промышленности и потребителей на использование органического топлива.

С учетом актуальности рассматриваемых проблем возобновляемой энергетике их решение базируется на широком международном сотрудничестве в рамках Организации Объединенных Наций, Европейского экономического сообщества и других организаций, превратившемся в крупное научно-техническое и практическое направление разработки путей развития энергетике, экологии, социального положения стран и отдельных регионов. Во многих странах мира в основе энергетических стратегий развитие возобновляемой энергетике стало предметом государственной политики. Разрабатываются финансируемые научно-технические программы. Ежегодные расходы на НИОКР в сфере возобновляемых источников энергии составляет в мире не менее 1 млрд. долларов. Принимаются нормативно-законодательные акты. Экономическое стимулирование осуществляется за счет налоговых и кредитных льгот, благоприятных тарифов, дотаций и т.п. Особенно это законодательство активно развивается в США и ФРГ. Создается организационная основа развития возобновляемой энергетике в виде определения государственного органа, ответственного за данное направление. Проводятся маркетинговые исследования на внутреннем и внешнем рынке, создаются демонстрационные объекты. Необходимыми условиями обеспечения экономической безопасности являются внедрение перспективных энергосберегающих и энергоэффективных технологий, формирование новых отраслей экономики, активизация фундаментальных и прикладных научных исследований. Энергетическая безопасность с учетом экологических факторов является одним из самых важных приоритетов, способная обеспечить экономическую безопасность страны, не забывая о необходимости развития науки и образования, налаживания взаимодействия промышленных предприятий с научными и образовательными учреждениями.

Стоимость и качество электроснабжения во многом определяют инвестиционную привлекательность региона и производственные возможности предприятий, а также качество жизни населения. При этом в настоящее время в регионах в сфере электроснабжения существует большое число проблем: неустойчивость электроснабжения, значительные объемы ОДН, распространённость бездоговорного и безучётного потребления, несовершенная система ценообразования (наличие перекрёстного субсидирования между предприятиями и физическими лицами), высокий износ электрических сетей, значительная энергоёмкость оборудования, неэффективность используемых технологий производства электроэнергии и т.д. Данные факторы оказывают негативное влияние на качество жизни населения и конкурентоспособность производимой продукции, существенно увеличивая её себестоимость.

Особенно остро эти вопросы стоят в северных и периферийных регионах, где потребление электроэнергии превышает средние показатели по стране, а энергоносители имеют более высокую стоимость. Это выступает ограничителем экономического развития и характерно в том числе для Республики Карелия. Карелия является энергодефицитным регионом. На декабрь 2017 года износ сетей МРСК Северо-Запада составляет более 70%, в ПСК – 60%, в Петрозаводске – более 50%. В Республике Карелия тариф на электроэнергию в 2 раза выше, чем в среднем по России (для сравнения: в октябре 2017 г. в Республике Карелия тариф на электроэнергию составил

9,6 рубля за кВт/ч, в Мурманской, Псковской, Новгородской областях – 5,52 рубля, 6,99 рубля и 7,11 рубля за кВт/ч соответственно). В силу этого иногда дешевле произвести и доставить продукцию из соседних регионов – именно поэтому четверть карельского хлебного рынка уже занял Санкт-Петербург. Местные предприятия уменьшают объёмы и закрываются. Потребители электроэнергии заинтересованы во внедрении энергосберегающей техники и технологий и ограничении стоимости электроэнергии. Однако снижение использование существующих альтернативных и наукоёмких технологий становится невозможным из-за отсутствия их адаптации под климатические и ресурсные особенности северного региона, бюджетного дефицита и незаинтересованности со стороны частных инвесторов в российских регионах.

В настоящее время производители и поставщики электроэнергии нуждаются в масштабных инвестициях для обновления и замены генерирующего и сетевого оборудования. Нерешённой остаётся и проблема неплатежей за потреблённые ресурсы, особенно в северных регионах и со стороны предприятий ЖКХ. При этом механизмы, направленные на создание более благоприятных институциональных условий для производителей и поставщиков электроэнергии (в частности, RAB-регулирование и введение долгосрочного рынка мощности) порождают конфликты интересов в отрасли. В результате наблюдается вывод средств собственниками предприятий (например, с помощью выплаты значительных дивидендов) и в тоже время их попытки установить более высокие тарифы. Таким образом, меры, предложенные регулятором рынка, не приводят к желаемому им результатам, а бюджетные средства расходуются неэффективно. Решение данных проблем требует комплексного подхода и выработки конкретного механизма повышения эффективности и надёжности электроснабжения. В свою очередь, это невозможно без согласования интересов всех заинтересованных сторон. Выбор из имеющихся альтернативных механизмов повышения энергоэффективности и их корректировка должны опираться на оценку факторов, определяющих энергоэффективность экономики.

Первостепенной задачей, стоящей перед Республикой Карелия, является повышение инвестиционной привлекательности региона. Решение данной задачи требует наличия производственной и социальной инфраструктуры для приоритетных видов экономической деятельности. Важнейшим элементом этой инфраструктуры является обеспечение экономических субъектов источниками электроэнергии. Наличие инфраструктурных ограничений в карельской энергетике относится к сдерживающим факторам улучшения инвестиционного климата республики. Такими ограничениями являются дефицит мощности, ограничение доступа к сетям, высокая степень износа энергогенерации и сетевой инфраструктуры. Преодоление указанных ограничений предполагается за счет решения определенных задач. В первую очередь, необходимо модернизировать генерирующие мощности и сетевую инфраструктуру региона. При этом магистральным направлением развития карельской энергогенерации должно стать освоение возобновляемых источников энергии.

Республика обладает значительным потенциалом в области альтернативной энергетики (малая гидроэнергетика, ветроэнергетика, биотопливные ресурсы). На основе анализа экономических показателей, характеризующих затратную составляющую в сфере создания и функционирования объектов электроэнергетики, сделан вывод о том, что отдельные возобновляемые источники энергии в республике должны создаваться для снабжения малых децентрализованных потребителей. Вторая задача по преодолению ограничений в энергетической инфраструктуре Карелии предполагает стимулирование энергосбережения и повышение энергоэффективности. Республика Карелия относится к энергоёмким регионам. Мероприятия по росту энергоэффективности и энергосбережению могут дать значительную экономию использования энергоресурсов. С учетом того, что основная часть энергопотребления Карелии приходится на промышленные предприятия, уменьшение энергоёмкости производств способно серьезно снизить энергодефицит республики и сформировать благоприятную среду для развития новых предприятий в сфере туризма, лесопромышленного комплекса, добывающей промышленности.

В Республике Карелия наблюдается неравномерное распределение энергодобывающих мощностей, что приводит к ограничению инвестиционной привлекательности ряда районов. Основным поставщиком электроэнергии в РК выступает ПАО ТГК-1. Основные производственные мощности сконцентрированы в восточных областях северной и центральной Карелии. В то же время, в Петрозаводском городском округе, где сконцентрировано большое количество предприятий, базовым предприятием выступает Петрозаводская ТЭЦ с ограниченными возможностями по выработке электроэнергии. Таким образом, для обеспечения инвестиционной привлекательности ряда районов РК, требуется прокладка дорогостоящих линий передач или создание местных источников энергии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Карелия в рамках научного проекта № 18-410-100002 р_а Исследование факторов, определяющих энергоэффективность экономики Республики Карелия на основе математических моделей.

ОБЗОР ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Е.Д. Яворский

Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет

В настоящее время нефтегазовый комплекс (далее – НГК) представляет собой важнейший сектор экономики и выступает наиболее значимым источником денежных поступлений в бюджет Российской Федерации. Согласно прогнозам, вплоть до 2020 г. доля поступлений от НГК будет составлять не менее 33% [1]. В случае резкого снижения объема денежных поступлений в бюджет неизбежно возникновение чреды взаимоувязанных проблем. Решение необходимо искать не столько в снижении зависимости бюджета от нефтегазовых поступлений, сколько в инноватизации НГК, диверсифицированном развитии смежных с нефтегазовым сектором отраслей за счет дохода от добычи полезных ископаемых, а главное – в ориентации на перспективные факторы развития.

Сценарий новой политики рынка энергоносителей (далее – СНП), представленный ИЕА [2] на период с 2016 г. до 2040 г., предполагает рост мирового энергопотребления на 30%. В сравнении с уровнем потребления 2016 г. потребность в газе должна возрасти до 50%, при этом увеличение доли СПГ составит более 80%. Практически треть прироста мирового потребления газа придется на Китай. При текущих темпах роста экспортируемый газ стран первого эшелона будет не только удовлетворять нарастающим мировым потребностям, но и вытеснять устоявшихся экспортеров. Согласно прогнозу СНП странами-донорами второго эшелона выступят Россия, Катар, Мозамбик и Канада. На местах «лидеров» по потере доли рынка предположительно выступят Россия и Канада.

Возрастающее доминирование СПГ, описываемое в СНП, показывает возрастающую уязвимость трубопроводного транспорта во всем мире. Мощностей по производству и транспортировке газа становится все больше, и Россия уже сейчас не имеет возможностей получения сверхприбыли от поставок газа, которые были еще в 2014 году. При появлении новых конкурентов на рынке ЕС для увеличения экспортных мощностей российские газовые компании постепенно переходят от используемой ранее политики твердой цены на газ, предлагая более гибкие цены [3, 4].

В то же время, в условиях ужесточения международной конкуренции возможно выделение и однозначно положительных тенденций. Поскольку треть роста общемировой потребности газа придется на граничащий с РФ Китай, у российских газовых компаний появляется возможность диверсификации поставок с одновременным увеличением объема экспортируемого газа. Кроме того, ввиду исчерпания газовых месторождений Северного моря, являющегося основным донором запада ЕС, у России увеличивается потенциал присутствия на Европейском рынке [5].

Ориентиром и одновременно доминирующим представителем российских компаний газовой отрасли может служить ПАО «Газпром». Стратегия компании свидетельствует об ориентации на поиск новых месторождений, снижение удельных затрат их разработки, снижение стоимости транспортировки газа трубопроводным транспортом, а также увеличение глубины переработки транспортируемого газа.

Другим вектором развития предприятия является сокращение общих затрат, за счет обеспечения твердой договорной цены строительства газовых объектов. Из позитивных реализованных тенденций данного направления можно выделить лишь разработку месторождений общераспространенных полезных ископаемых собственными силами. Ввиду отвода карьеров вблизи объектов строительства значительно оптимизируются затраты как на транспортировку, так и закупку ОПИ [6, 7].

К сожалению, ориентация на увеличение количества собственных разработок в газовой отрасли, направленных на имплементацию кардинально новых методов добычи и транспортировки углеводородов, отсутствует. Дефицит действенных инноваций крайне негативно сказывается на общем потенциале газовой отрасли в долгосрочном периоде. В «Прогнозе научно-технологического развития топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года» [8] описываются угрозы потери традиционных рынков, связанные с формированием глобального рынка СПГ, а также подвластность российского производства СПГ иностранному оборудованию. Зависимость отраслей ТЭК от импорта многих видов оборудования, материалов, программного обеспечения и сервисов создала угрозу энергетической и экономической безопасности страны. Адекватная реакция на эту угрозу невозможна без интенсивного развития отечественного энергетического машиностроения.

Для реализации перспективных шельфовых арктических проектов предлагается строительство не только буровых и добычных платформ, но и ледоколов, танкеров и судов снабжения, что в свою очередь требует модернизации и развития новых верфей. Необходимо развитие технологий глубоководного бурения, создание подводных роботизированных добычных комплексов. Зависимость от импорта продукции при разработке шельфовых месторождений в настоящее время достигает 90–100%.

Препятствием динамическому научно-техническому развитию выступают высокие налоги в инновационной сфере, неразвитость венчурного финансирования, зачастую отсутствие собственных средств финансирования исследований – все это делает инновации дорогими, а их создание – недопустимо долгим по времени или вообще незавершенным. Затормозить или ускорить процесс научно-технического развития может

система государственных закупок, а также система государственного поощрения и льгот при реализации наукоемких и технологически прорывных проектов.

Проведенный автором анализ показывает, что современный российский нефтегазовый комплекс – это динамичный инновационный бизнес, постоянно стремящийся адаптироваться к новым ситуациям и проблемам. Российские глобальные газовые компании должны направлять значительные инвестиционные потоки не только на поиск новых месторождений, но и на переработку ресурсов, разработку перспективных технологий, а также на развитие регионов и территорий, сохраняя при этом высокий уровень социальной и экономической ответственности. В первую очередь необходимо последовательное развитие отечественных технологических отраслей, имеющих своей целью повышение эффективности развития газового сектора страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС)», «Силуанов: доля нефтегазовых доходов в бюджете к 2020 году может снизиться до 33%», 28 декабря 2017, [URL]: <http://tass.ru/ekonomika/4850832>.

2. Международное энергетическое агентство, Перспективы мировой энергетики 2017, [URL]: <https://www.iea.org/weo2017>.

3. «Expert Online» 2017, «Сможет ли американский газ конкурировать с российским в Европе?», Москва, 31.07.2018, [URL]: <http://expert.ru/2017/06/19/smozhet-li-amerikanskij-gaz-konkurirovat-s-rossijskim-v-evrope>.

4. Институт энергетики НИУ ВШЭ и Институтом энергетических исследований РАН, «Институт энергетики НИУ ВШЭ и Институтом энергетических исследований РАН», Москва 2015, [URL]: https://www.eriras.ru/files/gazovyy_gynok_evropy.pdf.

5. Ведомости, «Газпром» на треть увеличил долю на европейском рынке газа», [URL]: <https://www.vedomosti.ru/amp/c66f1cfcef/business/articles/2018/02/07/750153-gazprom-evropeiskom-rinke>.

6. О Газпроме, Стратегия, [URL]: <http://www.gazprom.ru/about/strategy>.

7. Премия ПАО «Газпром» в области науки и техники, [URL]: <http://www.gazprom.ru/about/strategy/innovation/award>.

8. Министерство Энергетики РФ, Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года, Москва 2016, [URL]: <https://minenergo.gov.ru/system/download-pdf/6365/66647>.

СЕКЦИЯ

«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ»

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО МЕХАНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL

Е.С. Клименок

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

В настоящей работе представлены способы решения задач по механике с использованием приложения MS Excel.

Основными достоинствами использования MS Excel для решения подобных задач являются:

- присутствие пакета MS Office с приложением MS Excel на каждом стандартном ПК;
- большой набор функций MS Excel, который можно пополнять оригинальными пользовательскими функциями;
- простые правила составления формул для решения задач;
- наглядность результатов вычислений и возможность формировать промежуточные вычисления, которые выполняются автоматически при изменения данных или расчетных выражений;
- понятная система индикации ошибок.

При решении задач любой продукт, создаваемый с помощью MS Excel, содержит три составляющие:

- таблица входных данных (находятся исходные данные, с которыми не производится никаких вычислений);
- таблица выходных данных (присутствуют вычисления с использованием исходных данных, как итоговые, так и промежуточные);
- графическая компонента (позволяет наглядно изображать результаты вычислений).

Приведем типичный пример решения задачи с использованием MS Excel.

Математический маятник. Маленький шарик подвесили на нити. Шарик от линии отвеса подняли на заданную высоту и опустили, таким образом, что шарик совершает колебательные движения.

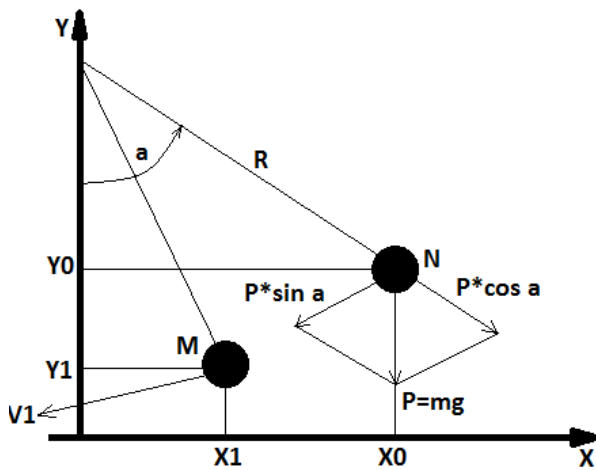


Рис. 1. Модель колебательного движения

Решение:

Создадим модель колебательного движения (рис. 1). Будем считать, что нить не растяжима, и сопротивление воздуха отсутствует. Длина нити R , а масса шарика m . Движение маятника описывается уравнением: $m * \frac{d^2x}{dt^2} = -P * \sin(\alpha)$, где x – отклонение маятника от вертикали, α – угол отклонения нити от вертикали.

Рассмотрим небольшие угловые отклонения маятника от вертикали (не более 5 градусов). В этом случае можно записать $\sin\alpha = x/R$. После подстановки получим уравнение $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{g}{R} * x$, которое имеет решение $x = x_0 * \sin(\omega * t + \varphi)$,

где $\omega = \sqrt{g/R}$ – угловая скорость относительно точки подвеса (O), $x_0 = R * \sin(\alpha_0)$ – амплитуда отклонения маятника от вертикали, α_0 – максимальный угол отклонения маятника от вертикали, φ – фаза, которая зависит от начального положения маятника.

Маятник совершает гармонические колебания с периодом $T = 2 * \pi / \omega = 2 * \pi * \sqrt{R/g}$. Координата маятника по оси x вычисляется по формуле

$$x_i = x_0 * \sin(\omega * t_i + \varphi),$$

где $t_i = t_0 + i * \Delta t$ – текущий такт времени, $\Delta t = T/n$ – временной шаг счетчика времени ($n=20$).

Текущее угловое отклонение вычисляем как $\alpha_i = \sin^{-1}(x_i/R)$, а координату по оси y : $y_i = h_{\text{под}} - R * \sin(\alpha_i)$, где $h_{\text{под}}$ – высота подвески маятника. Координата точки подвески маятника по оси x равна нулю.

Зададим начальные условия в ячейках. Определим амплитуду отклонения маятника по оси x и зададим начальную фазу положения маятника. В ячейке задаем константу ускорения свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$) и вычислим угловую скорость и период колебания (рис. 2).

Создадим массив для расчета координат траектории маятника. Большой массив необходим для моделирования нескольких периодов колебаний маятника. Формируем значения номеров по порядку и вычисляем значения текущих тактов времени. Вычисляем координату маятника по оси x , угол отклонения и затем координату по оси y . Количество строк в массиве выбираем с учетом периода колебания маятника.

Чтобы наблюдать движение нити с грузом, внизу таблицы формируем ячейки с координатами концов нити маятника. Перед этим формируем ячейки счетчика времени и шага счетчика. Шаг можно увеличить (поделить значение периода на 10).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Длина нити, м	Начальный угол, град	Высота подвеса, м	Амплитуда маятника, м	Начальная фаза, рад		Ускорение свободного падения, м/с ²	Угловая скорость маятника, рад/с	Период, с	
1										
2	3	10	3,5	0,520944533	1,570796327		9,8	1,807392228	3,47638172	
3										

Рис. 2. Заданные условия в ячейках

Координата точки подвеса нити не изменяется при моделировании. Координаты, где прикреплен груз, зависят от времени, поэтому для отбора координат груза из массива используем функцию ВПР(), где первым параметром является значение счетчика времени. По этому параметру t_i определяется нужная строка, из которой выбирается координата x_i при значении третьего параметра, равного 3, и координата y_i при значении третьего параметра, равного 4. Значение третьего параметра в функции ВПР() определяют номера столбцов, из которого выбираются значения координат.

Для отображения траектории движения маятника выделяем столбцы D, E таблицы и обращаемся к диаграмме *Точечная с гладкими кривыми и маркерами*. Через контекстное меню убираем маркеры, а через контекстное меню точек линии нити устанавливаем маркеры для имитации точки подвеса и груза (рис. 3). При изменении значений счетчика наблюдаем качание груза и перемещения нити подвеса.

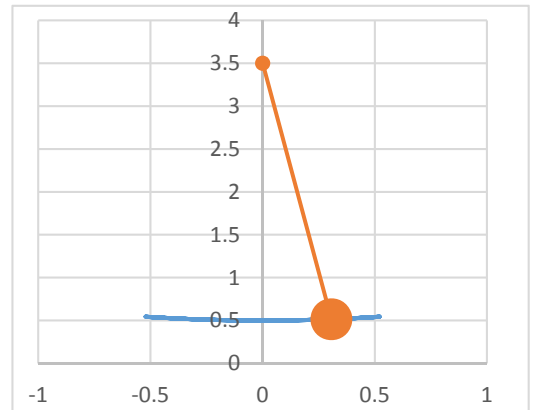


Рис. 3. Диаграмма движения маятника

РАЗРАБОТКА 3D ДОКУМЕНТА ВИРТУАЛЬНОГО ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ОСТРОВУ ГОГЛАНД

А.С. Пастухов, Ю.Ю. Смирнов, Д.В. Колупаев
 Университет ИТМО

В настоящее время происходит рождение нового типа научно-технической документации: 3D документа. Повсеместно начинают применяться технологии сохранения и обработки информации об объектах в виде компьютерных 3D моделей. 3D модель несет в себе значительно больший объем информации о пространственных характеристиках объекта, чем текстовое описание, чертеж, фотография или видеосъемка объекта [1].

В работе рассмотрена разработка интерактивного 3D документа путешествия по острову Гогланд. Этот остров, являющийся одним из внешних островов Финского залива, обладает интересной историей. Первое письменное упоминание об острове относится к XV веку. В Выборгских писцовых книгах сообщается об уплате церковной десятины жителями острова [2]. Подробное изложение истории острова, а также описание исследовательских экспедиций студентов и преподавателей ЛГУ им. А.С. Пушкина на остров представлены в работе Левашко и Трифонова [3]. Уже несколько лет на острове проводится комплексная экспедиция Русского Географического общества. В экспедиции помимо географов принимают участие представители Общероссийского Общественного Движения «Поисковое Движение России», специалисты и представители различных вузов. В 2015 году в комплексной экспедиции на остров Гогланд в составе поискового объединения «Северо-Запад» также приняли участие активисты поискового отряда Университета ИТМО, в том числе и один из соавторов данной работы [4]. Целью экспедиции было исследование островов Гогланд и Соммерс для формирования на них мемориальной зоны. За время проведения экспедиции на островах были обнаружены, нанесены на карту и фотофиксированы памятники военной истории и другие объекты. По итогам экспедиции представителями Университета ИТМО была проведена работа по созданию виртуальной модели путешествия по острову Гогланд (рис. 1).

В настоящее время численность населения острова Гогланд крайне мала, но в 1890 г. на острове проживали 1154 человека [5], а в 1914 г., по данным Военной энциклопедии, на острове числились около 800 человек, которые занимались морским извозом, нанимались матросами на парусные суда, ловили рыбу, в зимний период промышленляли тюленей. В ходе боевых действий в 1941, 1942 и 1944 годов большинство строений двух деревень

острова были уничтожены почти полностью. В этой связи на данном этапе работы остров в виртуальном путешествии представлен примерно в таком виде, в каком он был в начале XX века. Однако в качестве транспорта для осмотра острова можно выбрать и современное средство из постепенно пополняемой библиотеки аддонов. Библиотека включает в себя модели, как автомобилей, так и морских и воздушных судов.

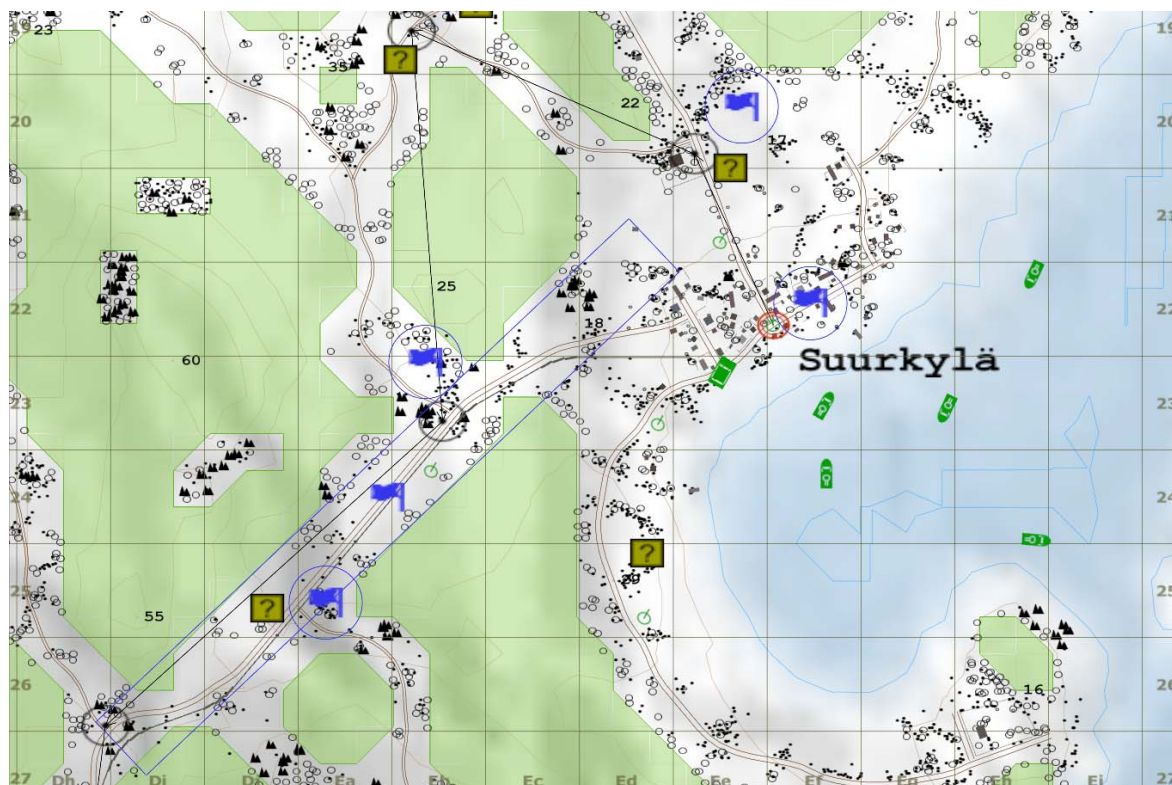


Рис. 1. Старт прохождения маршрута виртуального путешествия по острову Гогланд

В данной работе создание и последующее тестирование в трехмерном пространстве 3D документа путешествия по острову Гогланд реализовано на графическом движке Rea; Virtuality 1 компании Bohemia Interactive Studio. Наиболее удобным инструментом для моделирования, построенным на этом движке, является среда и редактор компьютерной игры «Operation Flashpoint: CWC». Сама среда обладает множеством пользовательских дополнений и модификаций, и широко применяется для моделирования различных ситуаций. Так, авторами статьи в среде «Operation Flashpoint: CWC» был создан анимационный ролик «Бери шинель...» [6] и разработана система визуализации маршрутов движения холодильного автотранспорта [7].

Разработка моделей и аддонов для Operation Flashpoint представляет собой международный командный процесс. Очевидно, что для всего разнообразия проектов очень часто требуется применение схожих или одних и тех же объектов. В этой связи аддоны разрабатываются совместно или предоставляются авторами в открытый или ограниченный доступ. Существуют несколько групп пользователей-моддеров, рассматривающих труды над своими небольшими работами, как часть большого практически глобального проекта, в котором разработчики или команды работают для достижения общей цели. За основу цифровой модели острова Гогланд при создании виртуального путешествия по нему был взят аддон Suursaari.pbo, представленный в открытый доступ аддонмейкером Edge в виде совместной разработки CSLA и FDF модификаций Operation Flashpoint.

Виртуальное путешествие по острову – это миссия, выполняемая пользователем-туристом. Начиная от точки старта, путешественнику нужно будет выполнить определенные задания по посещению природных достопримечательностей, бердвотчингу, идентификации охраняемых видов растений, осмотру старинных фортификаций. По итогам прохождения маршрута пользователь будет обладать определенным объемом знаний по истории, географии, видовому разнообразию растений и животных, а также особенностям ландшафта острова.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Леонов А.В., Батурич Ю.М. 3D документ – новый тип научно-технической документации // Вестник архивиста. 2013. № 2. С. 192–205.
2. Адам Олеарий. Описание путешествия в Московию. Россия XV–XVII вв. глазами иностранцев. – Л.: Лениздат, 1986.
3. Левашко В.О., Трифонов А.Н. Исследования острова Гогланд // В сборнике: XXI Царскосельские Чтения: материалы международной научной конференции. 2017. С. 25–34.
4. Пастухов А.С., Смирнов Ю.Ю. Работа поискового отряда Университета ИТМО в год 70-летия победы в Великой Отечественной войне // В сборнике: Молодежная политика – пути к реализации через толерантность,

здоровый образ жизни, безопасность и традиционные институты общества. Военная история: вчера, сегодня, завтра материалы конференций СПб ГБУ ДМ «ФОРПОСТ». 2016. С. 468–471.

5. Соколова А.А. Ландшафты и система природопользования острова Гогланд (Финский залив) в финской и русской топонимии // В сборнике: Проблемы устойчивости эколого-хозяйственных и социально-культурных систем трансграничных регионов Материалы международной научно-практической конференции. 2014. С. 200–210.

6. Пастухов А.С., Николаев И.А. Создание анимационного видеоролика на песню Булата Окуджавы "Бери шинель..." // В сборнике: Молодежная политика – пути к реализации через толерантность, здоровый образ жизни, безопасность и традиционные институты общества. Военная история: вчера, сегодня, завтра материалы конференций СПб ГБУ ДМ «ФОРПОСТ». 2016. С. 477–480.

7. Пастухов А.С. Разработка компьютерной модели автомобильного рефрижератора ЛУМЗ-946 для визуализации маршрутов движения холодильного автотранспорта // В сборнике: Пищевые системы: теория, методология, практика сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2017. С. 232.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА «ВМЕСТЕ – ДЕТАМ» КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Н.К. Розвадовская

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Семья и детский сад – два важных института, каждый из которых обладает специфическими особенностями и возможностями в формировании личности ребенка. В то же время, они должны быть тесно взаимосвязаны и преследовать общую цель: полноценная социализация и всестороннее развитие малыша.

Попадая в дошкольное учреждение, ребенку приходится подчиняться его нормам и правилам. И так как не всегда взгляды родителей на взаимодействие детского образовательного учреждения (далее – ДОУ) и семьи совпадают, это приводит к противоречиям и затрудняет процесс воспитания. Семья была и остается главной средой для передачи ребенку социальных и культурных ценностей. Поэтому в ФГОС ДО одной из задач является повышение культуры педагогической грамотности семьи. Родители должны стать активными помощниками педагогов, необходимо заинтересовать их, вовлечь в жизнь детского сада [1].

В последние годы педагоги, наряду с традиционными, применяют инновационные формы, приемы, технологии в работе с семьей, без которых уже сложно существовать современному детскому саду.

В своей работе мы также проводим родительские собрания в нетрадиционной форме, семейные конкурсы, фотовыставки, флешмобы, составляем альбомы совместной деятельности, мастер-классы, встречи выходного дня, акции, совместные интегрированные занятия, копилки идей, online консультации и др.

Но наиболее эффективной формой работы с родителями, на наш взгляд, является совместная проектная деятельность. Проектный метод можно представить, как один из способов реализации коррекционно-образовательного процесса, основанного на взаимодействии логопеда, воспитателя группы, ребенка с ОВЗ и его родителей [2].

Проекты детского образовательного учреждения – это один из методов, который выводит педагогический процесс в социальное окружение, облегчает освоения ребенком окружающего мира. Это метод, идущий от потребностей, интересов, возрастных и индивидуальных особенностей детей. Так как в раннем и младшем дошкольном возрасте малышу особенно необходима поддержка родного человека, а для родителей на первый план выходит обеспечение финансового благополучия, и ребенок проводит больше времени в детском саду, именно совместные детско-родительские проекты способны изменить ситуацию [3].

Проектный метод вносит большую ценность в укрепление детско-родительских отношений:

- способствует повышению культуры и педагогической грамотности семьи;
- формирует более глубокое понимание процесса обучения и воспитания;
- родители становятся активными участниками и партнерами событий, происходящих в жизни ребенка и детского сада;
- формируются знания о проведении домашних занятий и игр, для закрепления знаний, полученных в детском саду;
- сотрудничество с семьей позволяет педагогам использовать творческий потенциал родителей на благо детей, создания условий для комфортного пребывания их в детском саду;
- формируется доверие к сотрудникам ДОУ, взаимопонимание;
- участие родителей в жизни детского сада доставляет детям удовольствие, укрепляет отношения, повышает самооценку, дает чувства защищенности, формируют микроклимат группы;
- расширяется социальный опыт малыша, дается положительный опыт для подражания, развиваются коммуникативные навыки, активизируется познавательная деятельность, развиваются творческие способности детей [4].

В соответствии с ФГОС ДО одной из основных задач, стоящих перед дошкольным учреждением, является «взаимодействие с семьей для обеспечения полноценного развития личности ребенка». Подчеркнуто, что одним из принципов дошкольного образования является тесное сотрудничество Организации с семьей, а ФГОС ДО является основой для оказания помощи родителям в воспитании детей, охране и укреплении их физического и психического здоровья, в развитии индивидуальных способностей и необходимой коррекции нарушений их развития [5].

Имея положительный опыт работы с родителями посредством проектной деятельности, мы, продолжая работу в данном направлении, реализовали проект «Вместе – детям», учитывая особенности новых воспитанников и их семей. Целью организации данного проекта является формирование взаимодействия родителей, детей и педагогов для повышения эффективности сотрудничества ДОУ с семьей и вовлечение родителей в образовательный процесс ДОУ, как полноправных субъектов деятельности, повышение педагогической компетентности родителей [6].

В условиях, когда большинство семей озабочено решением проблем экономического характера, желание учиться «родительству» у молодых мам и пап отходит на второй план. Родители уделяют мало времени своим детям и занятиям с ними. Этим определяется актуальность проекта дошкольной организации. А воспитание порой носит интуитивный, спонтанный характер, так как родители в достаточной мере не владеют знаниями о возрастных и индивидуальных особенностях ребенка. Все это, как правило, не приносит позитивных результатов [7].

Основные задачи проекта: изучить семьи и установить тесные доверительные взаимоотношения с ее членами с целью согласования воспитательных и образовательных воздействий на ребенка; разработать и реализовать план мероприятий совместной деятельности педагогов, родителей и детей младшей группы; повышение родительской компетентности в вопросах воспитания и обучения детей; преодоление барьера недоверия к ДОУ, создание эмоционального контакта и укрепление семейных отношений.

Возможные риски: занятость родителей на работе, боязнь родителей выступать на публике, не справиться с группой детей, нет достаточных знаний по занятиям с детьми, незнание возрастных и индивидуальных особенностей детей, нехватка материала для игр по лексическим темам.

Участниками проекта являлись педагоги, дети младшей группы (2–4 лет), родители воспитанников.

Проект для воспитанников младшей группы «Вместе-детям» реализовывался в три этапа [8].

На первом этапе (подготовительном) были поставлены цели и задачи. Осуществлялась предварительная работа с детьми (беседы о семье, о том, в какие игры играют, как занимаются родители с детьми; учитывалось желание детей, чтобы взрослые пришли в детский сад); и родителями (беседы о проводимых дома играх и занятиях с ребенком, анкетирование «Наш выходной день», «Я и мой малыш», и др.; консультации «Возрастные особенности детей 2–4 лет, индивидуальный подход»; участие родителей в составлении плана работы, подборке материала). Разрабатывался план достижения цели. Планировались групповые и индивидуальные консультации, семинары и практикумы. Подбиралась информация по темам, методическая литература [9].

На втором этапе (деятельном) реализовывалась совместная непосредственно образовательная игровая деятельность (родители проводили мастер-классы «Чудо планшет», «Песочные сказки», «У мамы на кухне», «Пузырь, соломинка и другие», и др.; совместные семинары-практикумы «Такие разные игры»; изготавливали различный материал и атрибуты для проведения игр с детьми в детском саду и дома). Педагоги проводили семинары-практикумы («Вредные и полезные игры и игрушки», «Вместе весело играть») групповые и индивидуальные консультации (Особые дети – особое общение», «Взаимосвязь тонких движений пальцев рук и речи», «Общаться с ребенком...Как?», «Психологический комфорт в группе и дома»). Помогали родителям составлять план-конспект мастер-классов, которые родители представляли в разных формах (презентации, видео- и фотоотчеты, и др.), готовили необходимые материалы и атрибуты для занятий-игр, брали интервью у родителей.

На третьем (завершающем) этапе педагоги, дети и родители принимали участие в итоговом мероприятии «Игровая радуга», на котором родители делились впечатлениями про педагогические идеи и игровые находки. Педагоги подготовили фотовыставку «Всегда вместе»; поделились опытом с коллегами по взаимодействию с семьями воспитанников в рамках проектной деятельности.

При реализации проекта мы осуществляли индивидуальный подход к каждой семье, учитывая возрастные особенности и ограниченные возможности здоровья (родители-инвалиды).

Подводя итог своего опыта, мы бы хотели отметить, что в результате взаимодействия с семьями воспитанников, используя активные, инновационные формы работы с родителями, повысился уровень доверия, уважения, взаимопонимания между педагогами и родителями. Заметен прогресс в воспитательно-образовательной деятельности родителей, их педагогической компетентности, что способствует развитию их творческой инициативы и детей. Семья и детский сад, в сочетании друг с другом, создают оптимальные условия для вхождения маленького человечка в большой мир.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Васильева, Н.Н. Новоторцева, Н.В. Развивающие игры для дошкольников. – Ярославль: Академия развития, 2001.
2. Зверева О.Л. Общение педагога с родителями в ДОУ: Методический аспект / О.Л. Зверева, Т.В. Короткова. – М.: Сфера, 2005. – 80 с.

Двенадцатый Всероссийский Форум «Наука и инновации в технических университетах»

3. Арнаутова, Е.П. Планируем работу ДООУ с семьей // Управление дошкольным образовательным учреждением. – 2002. – № 4.
4. Дергачева, О.М. Проблема взаимодействия детского сада и семьи / О.М. Дергачева, Г.И. Хозяинов // Юбилейный сборник научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. – М., 1998.
5. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17.10.2013 г. № 1155 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования».
6. Свирская, Л. Шпаргалки для родителей / Детский сад со всех сторон. – 2002. – 147 с.
7. Акименко, В.М. Новые логопедические технологии. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009.
8. От рождения до школы. Примерная общеобразовательная программа дошкольного образования / Под ред. Н.Е. Вераксы, Т.С. Комаровой, М.А. Васильевой. – М.: МОЗАИКА-СИНТЕЗ, 2014.
9. Хухлаева, О.В. Практические материалы для работы с детьми 3–9 лет. – М.: Генезис, 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «Прикладные разработки и моделирование в области инженерных наук»	3
<i>Д.А. Алферова, В.В. Сергеев, О.В. Черемисина.</i> Исследование закономерностей извлечения редкоземельных металлов методом экстракции с помощью ди-2-этилгексилфосфорной кислоты из растворов фосфорной кислоты	4
<i>В.А. Ботнев.</i> Методика нахождения точки пересечения отрезков на поверхности сфероида	4
<i>А.С. Васильев, А.В. Васильева.</i> Исследование конфигурации кодирующей апертуры для визуализации коротковолнового излучения.....	6
<i>А.А. Власов, А.С. Алейник, М.Ю. Плотников, А.Н. Аширов, Е.А. Моторин.</i> Исследование способов повышения точностных характеристик волоконно-оптической сейсмической косы	8
<i>Д.А. Галкина.</i> Автоматическое групповое управление группой роботизированных объектов в условиях неопределенности	9
<i>К.Л. Корнев.</i> Повышение эффективности ведения буровзрывных работ в условиях высокой обводненности массива	10
<i>Е.С. Лукьянцева, А.Т. Федоров, В.В. Сергеев.</i> Селективное извлечение иттербия из технологических растворов переработки апатитового концентрата.....	11
<i>А.Д. Михалёва.</i> Способ уменьшения конвективного теплообмена в вентилируемом фасаде здания	12
<i>Е.А. Моторин, А.С. Алейник, А.А. Власов.</i> Модулируемый источник оптического излучения с резонатором на волоконных брэгговских решетках	14
<i>А.О. Орлов, В.С. Баженов.</i> Разработка и моделирование работы инверторного источника тока для электродуговой сварки линий электропередачи в программной среде LT Spice.....	16
<i>Н.В. Островская.</i> Применение касательных жесткостей для упругопластического расчета деформируемых элементов в системах сейсмоизоляции	18
<i>В.Б. Епифанов, Е.И. Сыч.</i> Перспективы развития МИМ-технологии	20
<i>Д.С. Тяпнин, И.А. Галкин.</i> Разработка астронавигационного модуля для определения местоположения корабля в море по небесным светилам	22
<i>А.О. Цыберт, Н.А. Ключников.</i> Исследование и разработка новых окон ввода СВЧ энергии	23
<i>К.В. Епифанцев, В.В. Кульбик, Н.С. Малиновский.</i> Разработка виртуальных измерительных преобразователей для анализа переработки отходов	25
<i>П.Л. Аксенов, М.Ю. Егоров.</i> Анализ взаимного влияния уровней защиты АЭС	27
СЕКЦИЯ «Информационные технологии и системы»	31
<i>А.И. Жигалова.</i> Проектирование, моделирование и производство неразбирающихся конструкций аддитивными технологиями.....	32
<i>Р.А. Козак, Н.И. Котелева.</i> Разработка информационной системы технического обслуживания электрооборудования на основе технологии дополненной реальности.....	34
<i>А.А. Скворцова.</i> Техничко-медицинская основа нового рефлекторного шагающего тренажёра	35
<i>Е.С. Шеняпина.</i> Математическое, компьютерное и натурное моделирование неопрокидывающихся конструкций.....	37
СЕКЦИЯ «Новые материалы и технологии»	41
<i>С.В. Агеев, К.Н. Семёнов, Н.А. Чарыков.</i> Использование водорастворимых фуллеренолов в качестве модификаторов цементов и красок.....	42
<i>Л.В. Белова.</i> Изменение собственной частоты микромеханических резонаторов от температуры и напряжения	44

Ю.Г. Базарнова, Т.А. Болотникова, Е.Б. Аронова. Получение штамма-продуцента рекомбинантного белка TBF, содержащего антигены <i>Vibrio cholerae</i> , на основе клеток <i>E.coli</i>	45
К.Л. Валиева, А.С. Голубева, В.А. Соколова. Исследование физико-химических процессов пленкообразования на основе водно-дисперсионных лакокрасочных композиций.....	47
А.И. Драцкая. Задача Штейнера для нового композиционного материала.....	49
И.В. Митрофанов, М.Ю. Максимов. Разработка новых порошковых катодных материалов для литиевых источников тока на базе слоистых структур литированных оксидов переходных металлов с повышенным содержанием лития.....	51
В.А. Соколова, В.Ю. Пегов. Инновационные решения маркировки древесины водно-дисперсионными лакокрасочными материалами.....	52
Н.Е. Подольский, К.Н. Семенов. Физико-химические свойства $C_{60}(OH)_{24}$: плотности, вязкости и коэффициенты активности.....	54
Е.И. Почкаева, К.Н. Семенов, В.В. Шаройко. Термодинамические свойства производного фуллерена C_{60} с L-аргинином.....	56
О.В. Черемисина, М.А. Пономарева, В.Н. Сагдиев. Сорбционное извлечение галлия на слабоосновном ионите.....	58
И.Ю. Долгих, Л.Б. Корюкин, Е.Н. Туренкова. Разработка и исследование индукционной точечной сварки.....	60
И.В. Федоров, Л.А. Сокура, Р.В. Левин, Б.В. Пушный. Изготовление сверхрешеток II-типа InAs/GaSb методом мос-гидридной эпитаксии.....	62
Е.И. Якимова. Сравнительный анализ инерционных и массовых характеристик нового вида прокатного профиля на основе ячейки Штейнера.....	63
СЕКЦИЯ «Энергоресурсосбережение и экология».....	67
Е.В. Владимирова, А.Ю. Максимов. Биодеструкция хлорохина бактериальной биомассой.....	68
М.С. Герасимова, И.А. Искинова, Н.А. Кобелева. Экологический контроль содержания бенз(а)пирена в снежном покрове на территории г. Иваново.....	70
Г.И. Гусев, А.А. Гуцин, Т.В. Извекова, А.В. Шаронов. Очистка сточных вод, содержащих 2,4-дихлорфенол, плазменно-адсорбционным методом.....	71
Е.К. Егорова, Л.С. Елкина, А.С. Пастухов, Ю.Ю. Смирнов. Метод обнаружения несанкционированных свалок при помощи портативной автоматизированной системы, размещаемой на малых летательных аппаратах типа квадрокоптер.....	73
В.С. Жукова. Шагающее колесо с вёслами – новый движитель для лодки-амфибии.....	75
Т.А. Кузнецова, А.Р. Иванова, В.О. Попова. Поиск оптимальных условий для максимальной наработки пигментов из ряски <i>Letna minor</i>	77
А.А. Извекова, А.В. Сунгурова, В.В. Рыбкин. Исследование процессов восстановления-окисления ионов хрома в водном растворе под действием разряда постоянного тока атмосферного давления в аргоне.....	79
С.В. Ковшов, И.С. Ильяшенко. Особенности распределения пыли в г. Санкт-Петербург.....	80
И.А. Искинова, М.С. Герасимова, В.В. Воронина. Оценка экологического состояния реки Уводь (г. Иваново).....	82
А.А. Козлов, К.А. Тюканова, Е.Ю. Квиткова, А.А. Гуцин. Деструкция газовых смесей, содержащих 1,4-дихлорбензол, в плазме барьерного разряда.....	83
А.В. Кондрашов, М.Ю. Егоров. Повышение эффективности инженерных систем с единым контуром тепловых машин.....	85

<i>Е.О. Леуш, А.В. Преснякова, Т.В. Извекова.</i> Оценка уровня загрязнения Увдовского водохранилища	87
<i>А.И. Макарова, А.А. Спирина, Т.А. Марченко.</i> Оценка экологического состояния малых рек бассейна Волги на территории Ивановской области	89
<i>Д.А. Молочный.</i> Применение механизма П.Л. Чебышева для преобразования энергии морских волн в электричество	91
<i>С.Н. Бородин, Н.В. Серeda.</i> Проект по внедрению раздельного сбора твердых коммунальных отходов на территории муниципального образования «Всеволожский муниципальный район» Ленинградской области	93
<i>М.В. Сучковаж.</i> Разработка технологии использования золы сжигания осадка сточных вод для целей благоустройства городских территорий	95
<i>К.А. Тюканова, Т.А. Марченко, А.А. Спирина, Т.В. Извекова.</i> Биотестирование природных вод и донных отложений малых рек Ивановской области	97
<i>С.С. Удальцова, М.С. Герасимова, К.Е. Баженова.</i> Оценка экологического состояния снежного покрова Г. Иваново	99
<i>Р.Н. Чугунов, Е.Ю. Квиткова, А.А. Гуцин.</i> Исследование процессов обезвреживания стоков, содержащих фармпрепараты, в диэлектрическом барьерном разряде	100
<i>И.И. Касаткин, М.Ю. Егоров.</i> Охлаждение аккумуляторных батарей солнцемобиля «Polytech Solar»	102
<i>М.А. Хабарова, М.Р. Кадыров, А.А. Тринченко.</i> Стадийное сжигание твердого топлива в условиях пылеугольного факела	104
СЕКЦИЯ «Физические науки»	107
<i>Г.И. Абдуллина и группа токамака ТУМАН-3М.</i> Альфвеновские колебания в режиме омического нагрева в токамаке Туман-3М	108
<i>А.У. Джуссов.</i> Проблемы определения состава халькогенидных стекол $As_mSe_nTe_{1-m-n}$ методом рентгенофлуоресцентного анализа	109
<i>М.В. Жуков, И.Д. Сапожников, А.О. Голубок.</i> Расширение возможностей оптической микроскопии с помощью СЗМ-объектива	110
<i>Н.Н. Жуков.</i> Особенности мессбауэровской спектроскопии на изотопе ^{119m}Sn с материнскими ядрами ^{119}Sb и ^{119m}Te в стеклообразных диэлектриках	112
<i>И.С. Ковтун.</i> Рентгенофлуоресцентный анализ халькогенидных стекол	114
<i>А.Н. Косарев, А.А. Кондинов, В.В. Чалдышев, Т.А. Вартамян.</i> Исследование оптических свойств ансамблей квантовых точек InAs в AlGaAs в присутствии наночастиц Ag	116
<i>Е.С. Костромитина, О.В. Черемисина, М.А. Пономарева, В.Н. Сагдиев.</i> Сорбция хроматов и ванадатов из щелочных растворов на слабоосновном анионите	117
<i>А.А. Молочная.</i> Оценка качества напряжения электросети для нагрева катода мощной радиолампы ГУ-81М	118
<i>А.Н. Раснюк.</i> Электронный обмен между центрами железа в стеклообразных пленках селенида мышьяка	120
<i>Е.Н. Раснюк.</i> Двухэлектронный обмен между центрами олова в халькогенидах свинца	122
<i>П.А. Тонкаев, Г.П. Зограф, С.В. Макаров.</i> Оптическое охлаждение резонансных свинцово-галогенидных перовскитных наночастиц	124
<i>Д.Н. Тонков, О.А. Мартынова, В.Э. Гасумянц.</i> Влияние постростовой обработки на удельное сопротивление графена	126
<i>Е.Д. Федорова.</i> Методика расчёта освещённости поверхности точечными и распределёнными источниками света	127
<i>К.Б. Шахович.</i> Антиструктурные дефекты в полупроводниковых стеклах	129

СЕКЦИЯ «Экономика и управление»	133
<i>Т.А. Алимханова, С.В. Ковшов.</i> Апробация и доработка международной методологии оценки рисков аварийных ситуаций на линейных трубопроводах	134
<i>Р.В. Бауэр.</i> Оценка возможности получения контракта на реализацию инжинирингового проекта с использованием методов машинного обучения	135
<i>Н.О. Васецкая, В.В. Глухов.</i> Сотрудничество университетов, научных центров и предприятий в условиях цифровой экономики	137
<i>А.А. Володин.</i> Экономическое неравенство и концептуальные пути его преодоления в России.....	139
<i>Е.А. Иванов, С.С. Шляпин.</i> Некоторые аспекты практического применения программ по адаптации сотрудников	141
<i>Е.А. Коноплева.</i> Проблемы установления границ земельных участков в Санкт-Петербурге.....	142
<i>Е.Н. Быкова, Д.М. Крицкая.</i> Вопрос о справедливости кадастровой стоимости комнат в коммунальных квартирах	144
<i>А.О. Кузнецова.</i> Некоторые аспекты оценки результатов обучения персонала в муниципальных предприятиях	146
<i>Д.С. Миронович.</i> Отечественная пенсионная система: взгляд в будущее	147
<i>А.В. Морозов, Е.Н. Быкова.</i> Производительный потенциал как основа определения категории земель	148
<i>А.С. Николаев.</i> Практика проведения патентного анализа на разных стадиях жизненного цикла инновационного проекта	150
<i>А.С. Пиликуева.</i> Безопасность РФ в цифровой экономике	152
<i>А.О. Попова.</i> Инфляция инноваций: реальность и прогноз	154
<i>Ю.В. Ромашкина, С.В. Тишков, А.П. Щербак, В.В. Каргинова.</i> Устойчивое развитие и энергообеспечение регионов: обзор мировых научных исследований.....	155
<i>А.В. Сафронов.</i> Минимизация массы цистерны для жидких и сыпучих веществ	157
<i>М.И. Сигимова, Е.В. Козина.</i> Экономический анализ рынка производителей подъемников для инвалидов.....	159
<i>Д.Д. Симонова.</i> Кадастровая оценка машино-мест	161
<i>А.Ю. Степанова.</i> Принятие управленческих решений в условиях мягких методов управления.....	162
<i>Е.Д. Тимощук, М.А. Томарева, М.С. Тиховская.</i> К вопросу о предельной полезности инноваций в современных экономических системах	164
<i>С.В. Тишков, А.П. Щербак, В.В. Каргинова, Ю.В. Ромашкина, К.А. Кулаков.</i> Перспективы развития энергетики на территории Республики Карелия	165
<i>Е.Д. Яворский.</i> Обзор экономически эффективных управленческих решений для отечественных предприятий газовой отрасли	167
СЕКЦИЯ «Инновационные технологии в образовании»	169
<i>Е.С. Клименок.</i> Решение задач по механике с использованием MS Excel	170
<i>А.С. Пастухов, Ю.Ю. Смирнов, Д.В. Колупаев.</i> Разработка 3D документа виртуального путешествия по острову Гогланд.....	171
<i>Н.К. Розвадовская.</i> Реализация проекта «Вместе – детям» как инновационный элемент в образовании	173

НАУКА И ИННОВАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

**Материалы Двенадцатого Всероссийского форума
студентов, аспирантов и молодых ученых**

24 – 26 октября 2018 года

Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т.2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 15.10.2018. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 22,75. Тираж 120. Зак.

Отпечатано с готового оригинал-макета,
предоставленного оргкомитетом форума,
в Типографии Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14