

# **XVI КОЛМОГОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**



**XVI KOLMOGOROV READINGS**

**ADVANCED EDUCATIONAL AND SCIENCE CENTER**

**Proceedings of the  
XVI International Scientific Conference of students  
“Kolmogorov readings”**

**May 3-7, 2016**

**CHEMISTRY**

**Moscow**

**2016**

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова**

**Материалы  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения”  
3-7 мая 2016**

**ХИМИЯ**

**Москва**

**2016**

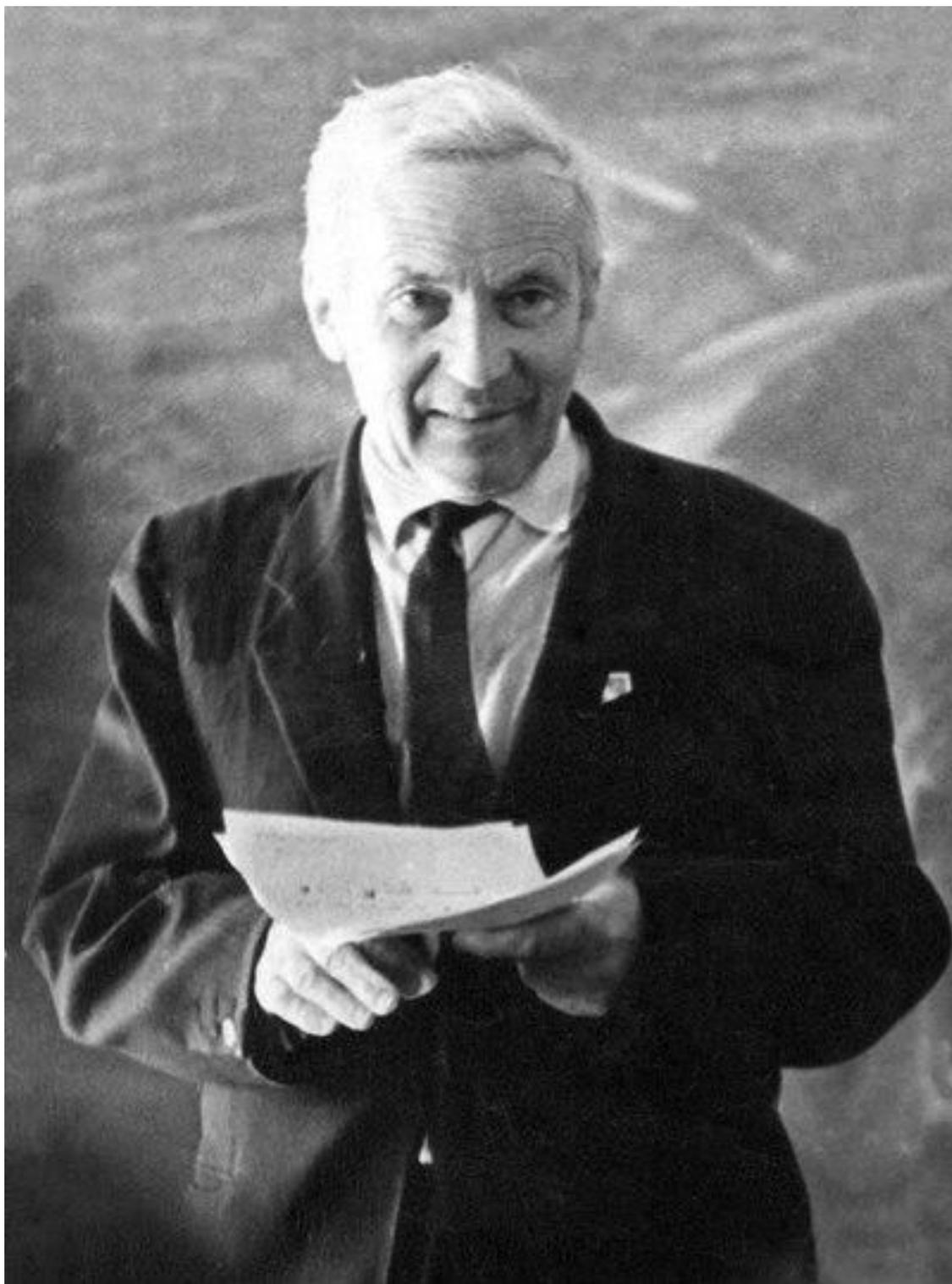
Председатель организационного комитета  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения”:  
**академик В.А. Садовничий**

Редакционный совет сборника тезисов “Химия”:  
**Н.И. Морозова (председатель), Е.А. Менделеева,  
О.В. Колясников, А.С. Сигеев**

**Материалы  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения”**

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения” по секции  
“Химия”.

© Специализированный учебно-научный центр (факультет) –  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
Московского государственного университета имени  
М.В. Ломоносова, 2016 г.



*Қақ в спорте не сразу ставят рекорды, тақ и подготовка қ настоящему  
научному творчеству требует тренировки.*

*А.Н. Колмогоров*

# СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОКА ЛИМОНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

**Полякова Наталия**

*11 класс, МБОУ «Гимназия имени С.В. Ковалевской», Великие Луки*

Научные руководители: к.х.н., м.н.с. химического факультета МГУ имени  
М.В. Ломоносова Д.И. Петухов;  
учитель химии МБОУ «Гимназия имени С.В. Ковалевской» Т.Б. Прощенкова

В настоящее время наночастицы золота (НЧЗ) активно применяются в различных областях науки и техники [1]. Получение наночастиц с использованием природных реагентов является важным шагом на пути к уменьшению вредного влияния химических производств на экологию. По аналогии с популярным синтезом, основанным на применении цитрата натрия [2], мы рассмотрели получение НЧЗ с использованием природного источника лимонной кислоты и её солей – сока плодов лимона. Уже существуют публикации о синтезе НЧЗ с использованием экстрактов цитрусовых фруктов [3], но ещё не изучено влияние кислотности среды в процессе синтеза на размер и форму получающихся частиц, и, следовательно, на их оптические свойства. Поэтому в данной работе мы получили НЧЗ из растворов  $\text{HAuCl}_4$ , используя сок лимона и устанавливая разный рН (2,5, 3, 5, 7, 9) в начале синтеза. Затем определили размер частиц методом просвечивающей электронной микроскопии и изучили их оптические спектры поглощения.

Установлено, что лимонный сок является эффективным восстановителем и стабилизатором, пригодным для синтеза НЧЗ. Для синтеза стабильных коллоидов НЧЗ в реакционную смесь необходимо добавлять  $\text{NaOH}$  для повышения рН, как минимум, до 3. Впервые установлено, что изменение рН реакционной среды в синтезе с использованием сока лимона позволяет получать НЧЗ с контролируемыми размерами и формой: сферические частицы со средними диаметрами 5-11 нм, а также частицы других форм (эллипсоиды, икосаэдры, пластинки в форме треугольников). В зависимости от морфологии НЧЗ изменяются их оптические спектры поглощения. Наиболее узкие пики плазмонного резонанса с максимумами при длинах волн 524 нм и 521 нм наблюдаются в спектрах образцов, синтезированных при рН 7 и 9, соответственно. Монодисперсные НЧЗ с размерами  $8,0 \pm 1,5$  нм и  $8,5 \pm 2,5$  нм формируются в синтезе с использованием лимонного сока при рН 5 и 7,

соответственно. Наличие у полученных НЧЗ интенсивного плазмонного резонанса, а также использование в синтезе природного нетоксичного реактива (лимонного сока), позволяет рассматривать полученные частицы в качестве перспективных наноразмерных меток, например, для маркирования и визуализации клеточных культур.

*Список литературы:*

1. Н.Г. Хлебцов. Квантовая электроника, 2008, 38, 6, 504-529.
2. J. Turkevich, P.C. Stevenson, J. Hillier. Discuss. Faraday Soc., 1951, 11, 55-75.
3. M.V. Sujitha, S. Kannan. Spectrochim. Acta Mol. Biomol. Spectrosc., 2013, 102, 15–23.

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТИНОК ДЛЯ ТСХ С МОНОЛИТНЫМ СЛОЕМ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬДИМЕТАКРИЛАТА В СОЧЕТАНИИ В МАЛДИ МС–ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ**

**Ябланович Анастасия**

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова*

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. лаб. хроматографии ИНХС РАН  
А.Ю. Канатьева

Монолитные сорбенты – новое поколение неподвижных фаз, используемых в хроматографических методах анализа. Монолитные сорбенты отличаются от своих предшественников – гранулированных сорбентов, и имеют ряд преимуществ и недостатков. В качестве основы для синтеза монолитных сорбентов можно использовать как органические, так и неорганические вещества. В данной работе были рассмотрены пластинки для ТСХ с монолитным слоем на основе сополимеров глицидилметакрилата и этиленгликольдиметакрилата. Целью исследования был синтез пластинок для ТСХ на основе данных сополимеров и оценка их хроматографических свойств и возможности использования в МАЛДИ.

Синтез монолитного слоя на поверхности стеклянной подложки осуществляли в две стадии. На первой стадии поверхность стекла регидроксилировали путем последовательной обработки 0,1 М раствором NaOH и HCl, промывали бидистиллированной водой. После подготовки поверхности, стекло обрабатывали раствором силанизирующего агента (3-

триметоксисилилпропилметакрилат) в течение суток. На второй стадии осуществляли термоинициированный синтез монолита на поверхности стекла. Для этого полимеризационную смесь, состоящую из мономера (ГМА + ДМЭГ), инициатора (АИБН) и порообразователя (додеканол+толуол, циклогексанол + толуол) помещали на поверхность стекла и выдерживали в термостате при 70°C в течение 3 часов. Полученную пластину промывали и использовали в дальнейших экспериментах.

Обнаружено, что возможность сочетания ТСХ на монолитных пластинах с МАЛДИ-МС детектированием зависит от наличия монофункционального мономера (в нашем случае это ГМА) в составе полимеризационной смеси. Так, при отсутствии ГМА в составе смеси не удавалось ионизировать даже такие легко ионизируемые образцы, как ПЭГ, в том числе и при добавлении внешней матрицы. Целью дальнейшей работы является исследование влияния доли ГМА в составе полимеризационной смеси на возможность ионизации соединений в режиме МАЛДИ как с наличием внешней матрицы, так и при ее отсутствии.

*Список литературы:*

1. Nischang I. Porous polymer monoliths: Morphology, porous properties, polymer nanoscale gel structure and their impact on chromatographic performance. – J. of Chromatography, A, 1287 (2013) 39-58.
2. Nischang I., Bruggemann O. On the separation of small molecules by means of nano-liquid chromatography with methacrylate-based macroporous polymer monoliths.– J. of Chromatography, A, 1217 (2010) 5389-5397.
3. Aster Rahayu, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. Polymer monolithic methacrylate base modified with tosylated polyethylene glycol monomethyl ether as a stationary phase for capillary liquid chromatography. Talanta, 134 (2015) 232-238.
4. E.F. Maksimova, E.G. Vlakh, T.B. Tennikova. Methacrylate-based monolithic layers for planar chromatography of polymers. J. of Chromatography, A, 1218 (2011) 2425-2431.
5. Hans Griesinger, Beate Fuchs, Rosmarie Suss, Katerina Matheis, Michael Schulz, Jurgen Schiller. Stationary phase thickness determines the quality of thin-layer chromatography/matrix-assisted laser desorption and ionization mass spectra of lipids. Analytical Biochemistry, 451 (2014) 45-47.
6. Yongqin Lv, Zhixing Lin, Tianwei Tan, Frantisek Svec. Preparation of porous styrenics-based monolithic layers for thin layer chromatography coupled with matrix-assisted laser-desorption/ionization time-of-flight mass spectrometric detection. J. of Chromatography, A, 1316 (2013) 154-159.
7. Гришин И.Д. Времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией для анализа высокомолекулярных и металлоорганических соединений. Нижегородский

государственный университет им. Н.И. Лобачевского. Национальный исследовательский университет, 2014.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ АМОРФНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И ПИРОКАТЕХИНА**

**Дерябин Иван**

*10 класс, Муниципальное автономное образовательное учреждение  
Лицей №9 г. Новосибирска*

Научные руководители: к.х.н., м. н. с. Института химии твердого тела и механохимии СО РАН Е.Г. Трофимова,  
учитель химии высшей категории С.В. Тестоедова

Один из важнейших химических элементов – кремний. Наряду с кальцием, фосфором и другими микроэлементами кремний участвует в формировании и обновлении костной ткани. Однако биологически доступными для живых организмов являются лишь его мономерные формы. Максимальной эффективности достигают соединения кремния в хелатной форме. **Целью** данной работы является экспериментальное изучение механохимической реакции аморфного диоксида кремния и полифенолов (пирокатехин), протекающей с образованием растворимых хелатированных форм кремния.

Задачи:

- 1) Определение влияния механической активации на растворение диоксида кремния;
- 2) Изучение взаимодействия диоксида кремния с пирокатехином в среде с нейтральным pH;
- 3) Проведение твердофазного взаимодействия диоксида кремния с пирокатехином;
- 4) Изучение последствий механохимического взаимодействия.

В ходе эксперимента мы применили метод механохимической активации. Проведение механической активации в мельницах – наиболее распространенная операция в механохимии. Механическая активация твердых тел заключается в создании долгоживущих нарушений атомной структуры с целью изменения структурно-чувствительных свойств вещества, прежде всего реакционной способности. В результате механической обработки образуется метастабильное состояние, которое стремится отдать часть аккумулированной энергии, чтобы перейти в более термодинамически стабильное состояние.

**Практическая часть.** Растворение полученных образцов: исходный силикагель, активированный силикагель, силикагель с пирокатехином и

активированный силикагель с пирокатехином – осуществляли в 0,01 М буфере, приготовленном на основе ацетата аммония, при постоянном перемешивании на магнитной мешалке  $600 \text{ мин}^{-1}$ , при гидромодуле 1000 и температуре  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ . Проводили отбор проб через 15, 30, 60 минут, которые центрифугировали в течение 5 минут ( $7000 \text{ мин}^{-1}$ ). Надосадочную жидкость использовали для спектрофотометрического анализа. Проведена оптимизация методики фотометрического определения кремния с учетом специфики используемых реагентов и механически активированных образцов. Определено оптимальное время между добавлениями реагентов и выбран двухволновой режим фотометрического определения при длинах волн 810 и 1000 нм, который минимизирует фоновые наложения.

Выводы:

1. Концентрация растворенного силикагеля увеличилась после механической активации, так как механохимическая обработка увеличила удельную площадь диоксида кремния.

2. Взаимодействие в нейтральной среде не происходит, так как, исходя из механизма реакции, полифенол должен быть в депротонированной форме. Лимитирующая стадия реакции – образование первой связи полифенола с кремнием, происходящее в щелочной среде и при высоких температурах.

3. Происходит увеличение выхода мономерных форм кремния, потому что самая сложная стадия образования связи кремния с пирокатехином происходит на стадии механической обработки – образуются поверхностные комплексы. Кроме того существенную роль играют особенности механокомпозита. Механокомпозит представляет собой гетерогенную систему, отличительными особенностями которой является избыточная энергия, возникающая в результате увеличенной поверхности межфазного взаимодействия. Второй его особенностью является активация составляющих фаз, получается «микрореактор», в котором достигаются повышенные концентрации (относительно равновесных) реагентов, поэтому реакция протекает легко и быстро.

*Список литературы:*

1. Болдырев В. В. Механохимия и механическая активация твёрдых веществ. // Успехи химии: журнал. — М., 2006. — Т. 75, № 3. — С. 203-216.
2. Механохимия. // Химическая энциклопедия. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 3. Меди сульфиды. — Полимерные красители. — 639 с.
3. Родзевич А. П., Газенаур Е. Г. Методы анализа и контроля веществ. // Издание томского политехнического университета: пособие для студентов высших учебных заведений. — Т., 2013 — 312 с.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОЗОНА С ВОЛОКНИСТЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

**Нефедова Анастасия**

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова*

Научный руководитель: к.ф.-м.н., ст.н.с. лаборатории химической кинетики  
НИФХИ им. Л.Я. Карпова Л.А. Обвинцева

Актуальность исследования взаимодействия озона с материалами различного химического состава и структуры связана с повышением содержания озона в приземном воздухе и, напротив, понижением его концентрации в нижней стратосфере (озоновые дыры), а также с широким применением озона в различных технологиях.

Озон – токсичное вещество и относится к первому классу опасности. Предельно допустимая концентрация озона (ПДК р.з.) составляет  $100 \text{ мкг/м}^3$ , и нормативно утверждена необходимость контроля этой величины.

Широкое применение озона требует разработки методов измерения, способов защиты и способов разложения избыточного озона. Именно этим занимаются в лаборатории химической кинетики Научно-исследовательского физико-химического института им. Л.Я. Карпова, где выполняется работа.

В НИФХИ им. Карпова разработан автоматизированный сенсорный газоанализатор малых газовых примесей атмосферы с полупроводниковым сенсором. Программа, подключенная к сенсору, обеспечивает измерения характеристик чувствительного слоя сенсора и нагревательного элемента, вывод их значений на монитор и запись в файл данных.

Следующей задачей (после измерения озона) является разработка средств защиты от озона. В НИФХИ еще в 30-е годы были созданы тонковолокнистые материалы, названные впоследствии фильтрами Петрянова. Материал, из которого изготавливаются ФП, нужно исследовать на то, не образуется ли при разложении озона токсичных веществ.

Возникла идея, можно ли использовать реакции озона с материалом тонковолокнистого полимерного фильтра для улавливания озона в газовой фазе. С этой целью были проведены исследования взаимодействия озона с рядом наиболее широко используемых ФП.

Исследование взаимодействия озона с ФП проводилось по следующей методике: об активности фильтрующего материала судили по изменению

концентрации прошедшего через него озона. Слои фильтрующего материала закрепляли в специальном фторопластовом фильтродержателе.

Наиболее активны в отношении разложения озона и сохраняющие активность в течение длительного времени фильтры, имеющие в составе полистирол. Для использования в средствах индивидуальной и коллективной защиты от озона наиболее перспективен промышленный фильтр на основе сополимера стирола с акрилонитрилом.

Следующим направлением исследования было изучение взаимодействия озона с малоактивными материалами (ФП полипропилена), которые могут использоваться в агрессивных средах.

Масса фильтров из полипропилена после обработки озоном концентрацией 60, 100 и 250 мкг/м<sup>3</sup> не изменилась. В структуре волокон каких-либо изменений также не было обнаружено.

Проведенное исследование показывает, что окисление полипропилена при комнатной температуре происходит преимущественно на поверхности волокон. При низких концентрациях озона материал можно использовать на практике почти неограниченное время.

*Список литературы:*

1. Slavcho Rakovsky, Metody Anachkov and Gennady Zaikov. Fields of ozone applications. 2009, p. 2.
2. ГОСТ Р 51 706-2001. Оборудование озонаторное. Требования безопасности.
3. В.В. Лунин, М.П. Попович, С.Н. Ткаченко. Физическая химия озона. 1998, Издательство Московского Университета, с. 140 – 163.
4. Л.А. Обвинцева, Т.Б. Цыркина, М.П. Дмитриева, А.Д. Шепелев, А.К. Аветисов, В.А. Юрманов, Е.В. Юрманов, Разработка средств химического контроля и защиты при проведении дезактивации оборудования и переработке отходов концентрированным озоном. // Безопасность жизнедеятельности, № 1, 2015, с. 10 – 11.
5. А.И. Климук, Л.А. Обвинцева, В.Л. Кучаев, А.Д. Шепелёв, Н.В. Садовская, Ю. Я. Томашпольский, Н.В. Козлова, А.К. Аветисов, Взаимодействие озона с микроволокнистыми материалами. // Рос. хим. ж., 2008, № 5, с. 103-104.

# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Зырянова Христина**

*10 класс, МБОУ городского округа Тольятти*

*«Школа с углубленным изучением отдельных предметов №94»*

Научный руководитель: учитель химии высшей категории

МБУ СОШ № 94 С.А. Волянская

Научный консультант: к.п.н., доцент ТГУ Т.П. Третьякова

В жизни человека всегда было важно состояние его здоровья. Стремительный темп современной жизни очень сильно повлиял на нашу повседневность. Неправильное питание – это лишь часть факторов, подрывающих наше здоровье. Рак – очень опасное и распространенное заболевание. С каждым годом проблема распространения этого заболевания становится все серьезнее, о чем говорит статистика онкологических заболеваний. Одним из направлений профилактики онкологических заболеваний является питание: рациональное питание способствует снижению риска развития всех онкологических заболеваний.

**Целью** нашего исследования разработка рецептуры хлебобулочных изделий функционального назначения с повышенной биологической ценностью.

**Актуальность:** Поскольку точная причина развития большинства онкологических заболеваний по-прежнему остается неизвестной, специфических профилактических препаратов, надежно защищающих организм от онкопатологии, в настоящее время не существует. Однако есть ряд средств, повышающих иммунную реактивность организма и снижающих активность процессов, трансформирующих здоровые клетки – в злокачественные. К таким средствам относятся, прежде всего, антиоксиданты. В качестве примера можно привести природный антиоксидантный компонент – сквален, который является крайне активным природным веществом, способствующим профилактике возникновения злокачественных опухолей, путем насыщения организма большими порциями кислорода.

**Задачи исследования:** Исследовать компоненты, входящие в состав хлебобулочных изделий функционального назначения, и разработать рецептуры: 1) Исследование антиоксидантной активности амарантовой муки; 2) Исследование технологических хлебопекарных свойств амарантовой муки; 3) Исследование мёда, как сахарозаменителя и компонента теста;

4) Исследование растительных нерафинированных масел как компонентов теста; 5) Разработка новой рецептуры хлебобулочного изделия.

На первом этапе мы исследовали нерафинированное масло (отсутствие серьезной промышленной обработки сохраняет в неочищенных растительных жирах все полезные вещества), определив кислотное число и массовую долю непредельных кислот в оливковом, подсолнечном и кукурузном нерафинированных маслах. Растворили навеску в спиртохлороформной нейтрализованной смеси, добавили несколько капель фенолфталеина и оттитровали 0,1 М раствором гидроксида калия до получения слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с. Рассчитали кислотное число [1]. Затем по аналогии мы приготовили навески, добавили 12,5 мл 0,2 н спиртового раствора йода и оттитровали 0,1 н раствором тиосульфата до образования слабо-жёлтого окрашивания – определили йодное число жиров. Наиболее высокое кислотное число в результате исследования показало кукурузное масло. Отсюда мы предположили, что из исследуемых нами масел данное масло является более ценным компонентом хлебобулочного изделия. На данном этапе были проведены качественные анализы на присутствие максимального количества ненасыщенных жирных кислот в составе кукурузного масла. Мы подтвердили, что при температуре выпекания хлебобулочных изделий масло, входящее в состав теста, незначительно теряет количество непредельных кислот.

На втором этапе мы сравнивали произведённые хлебобулочные изделия по качеству, руководствуясь ГОСТами влажности, кислотности и пористости. Мы сравнивали полученные значения с показателями пшеничного хлеба из муки 1 сорта. В результате исследований компонентов хлебобулочного изделия лечебно-профилактического назначения мы остановили свой выбор на рецептуре, в которой содержится вода и кукурузное масло.

В настоящее время перед нами стоят задачи определить содержание сквалена в амарантовой муке методом тонкослойной хроматографии, определить изменение состава мёда и амарантовой муки в процессе выпекания хлебобулочных изделий, сравнить продукты из амаранта по антиоксидантной активности и окончательно разработать рецептуру.

*Список литературы:*

1. Ганцев Ш.Х. Онкология. – М.: Медицинское информационное агентство, 2006. – 513 с.
2. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия. – М.: Химия, 1979. – 639 с.
3. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2003 г. // Здравоохранение Рос. Фед. – 2004. – № 2. – С. 3-15.

4. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 52060-2003.
5. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 52110-2003.
6. Злокачественные новообразования в России в 2008 году (заболеваемость и смертность). / Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2010. – 256 с.
7. Межгосударственный стандарт ГОСТ 5668-68.
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ 5669-96.
9. Межгосударственный стандарт ГОСТ 5670-96.
10. Межгосударственный стандарт ГОСТ 21094-75.
11. Межгосударственный стандарт ГОСТ 27842-88.
12. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 54316-2011.
13. Полимерные-Трипсин. // Химическая энциклопедия в 5 т. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1995. – Т. 4. – 639 с.
14. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276с.
15. Солодкий В.А., Тихомиров А.В. Здоровоохранение: путь к реформе. // Рос. онкол. журнал. – 2008. – № 2. – С. 38-42.
16. Щербина П.С. Пчеловодство. – 1956. <http://nmedic.info/story/amarant> 2014.

## **ДЕЙСТВИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРИСАДОК АМИННОГО И ФЕНОЛЬНОГО ТИПОВ НА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ПЕНТАЭРИТРИТОВОГО РЯДА**

**Молоканова Анастасия**

*11 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова*

Научный руководитель: н.с. ФГБУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»  
А.А. Молоканов

В настоящее время продолжается развитие авиационной техники. Совершенствование авиатехники приводит к увеличению нагрузки и росту теплонапряженности узлов трения. Рабочие температуры масел для современных отечественных газотурбинных двигателей (ГТД) достигают 200 °С. В ближайшей перспективе существует вероятность повышения рабочей температуры масел для авиационных ГТД до 240 °С. К перспективным основам высокотермостабильных смазочных масел относят сложные эфиры. Сложные эфиры — это класс соединений на основе минеральных или органических карбоновых кислот, у которых атом водорода в НО-группе замещен углеводородным радикалом. В сравнении с другими

основами для эфиров характерны хорошие смазывающие свойства, высокая термостабильность и высокий индекс вязкости, что объясняется наличием полярной группы у молекул эфиров. Наиболее перспективными для создания высокотермостабильных масел являются эфиры пентаэритритового ряда.

Данное исследование было проведено с целью поиска возможности повышения термоокислительной стабильности пентаэритритовых эфиров добавлением антиокислительных присадок.

К присадкам, улучшающим термоокислительную стабильность, относятся антиоксиданты фенольного и аминного типов. К антиоксидантам аминного типа относятся ароматические и вторичные амины. Антиоксиданты фенольного типа представляют собой замещённые экранированные фенолы.

В работе исследовано влияние антиокислительных присадок аминного и фенольного типа на термоокислительную стабильность пентаэритритового эфира.

Метод оценки термоокислительной способности заключается в окислении масла в течение 50 часов при заданных температуре и расходе воздуха в присутствии катализаторов и измерении кислотного числа, осадка, нерастворимого в изооктане и вязкости полученного образца.

Термоокислительную стабильность полученных образцов сравнивали с нормой для масла ЛЗ-240 (масло для ГТД и редукторов вертолетов). Все исследованные образцы по термоокислительной стабильности удовлетворяли нормам по ГОСТ на масло ЛЗ-240. В работе установлено синергетическое действие фенольной и аминной присадок на термоокислительную стабильности.

*Список литературы:*

1. Калантан Е.Н. Смазочные масла для реактивных двигателей. – М.: Химия, 1968.
2. Токасики Митихицэ. Присадка к синтетическим смазочным маслам. // Дзюнкацу. – 1984. – Т. 29. – № 2. – С.107-112.
3. Сакураи Тосио. Современное состояние и перспективы развития исследований присадок к смазочным маслам. // Дзюнкацу, 1984. – Т. 29. – № 2. – С. 79-86.
4. Мартемьянов В.С. Кинетика и механизм высокотемпературного окисления сложных эфиров многоатомных спиртов. Отчет ВНИИ НП № 4286/8987, 1988. – С. 51.
5. Проскуряков В.А., Драбкин А.Е. Химия нефти и газа. 1995, с.224.

# АВТОНОМНАЯ ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Суров Василий

*10 класс, МБОУ Физико-математический лицей г. Сергиев Посад, Моск. обл.*

Научный руководитель: Н.В. Классен, ИФТТ РАН

Актуальность исследования заключается в том, что в современном мире возникает необходимость в применении материалов с улучшенными механическими и химическими характеристиками.

**Цель работы:** разработка новых технологически простых и экономичных методик механического и антикоррозионного упрочнения поверхности сталей посредством ее микродеформации.

Основной гипотезой исследования является предположение о том, что модулированное легирование приповерхностных слоев упрочняющими атомами будет проходить быстрее в околосредственных областях, где наблюдается повышенное содержание структурных дефектов.

В доказательство основной гипотезы были проведены несколько экспериментов, которые позволили сделать следующие выводы:

- При изменении режима нагружения или движения скользящего индентора характеристики рельефа меняются.
- При деформации модельного кристалла йодида цезия в поляризованном свете наблюдаются линии движения дислокации, с помощью которых и будет происходить перенос инородных атомов в приповерхностный слой.

С помощью разработанной технологии, заключающейся в том, что при помощи скользящего индентора создается зона с повышенным содержанием структурных дефектов, что позволяет многократно ускорить процесс диффузии инородных упрочняющих атомов с поверхности изделия в приповерхностный слой, можно получить в приповерхностном слое особую структуру с улучшенными механическими и химическими свойствами.

Разработанная технология способствует увеличению срока службы изделий из стали. Также данная технология способна придать стали, как материалу, новые химические и механические свойства.

В ходе исследования было доказано, что разработанная технология позволяет провести моделированное легирование приповерхностного слоя упрочняющими атомами (например, атомами углерода). Кроме этого предлагаемая методика является технологически простой и экономически выгодной.

*Список литературы:*

1. Классен Н.В., Кобелев Н.П., Колыванов Е.Л., Орлов В.И., Шмытько И.М., Клубович В.В., Кулак М.М. Особенности структуры и свойств поверхности металлов, подвергнутых деформационной полировке.
2. Стародубов Я.Д., Метоледи Э.Н., Малик Г.Н. Влияние поверхностного пластического деформирования обкаткой в поле ультразвуковых колебаний на механические и оптические свойства ниобия и железа.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД. ОЧИЩЕННЫХ ФИТООЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЕМ В РАЙОНЕ ТТК Г. МОСКВЫ**

**Чернова Анастасия**

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова*

Научный руководитель: к.б.н., ассистент кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Е.А. Тимофеева

В последние десятилетия экологами активно разрабатываются новые методы очистки воды из различных источников загрязнения. При этом особое внимание уделяется именно биологическим методам очистки, в основном по причине их экономической выгоды и экологической безопасности. Среди них относительно новым, но довольно перспективным является метод очистки воды с помощью водных фитоценозов, о котором и пойдет речь в работе.

**Цель работы:** оценить эффективность работы фитоочистного сооружения (ФОС) в районе ТТК г. Москвы.

**Актуальность:** В нашей стране объем работ, посвященных данной теме, недостаточен, а решение проблем качества поверхностных вод в России стоит очень остро. «Зеленые технологии» позволят максимально использовать процессы, созданные самой природой, для очистки загрязненной воды, и позволят сэкономить материальные и энергетические ресурсы.

**Новизна:** Первые ФОС появились в Германии в 1974 году и использовались для очистки городских стоков. Сейчас в мире существует около 3000 ФОС, однако в России это пока новый метод очистки воды.

**Практическая значимость:** Исследования ФОС позволят оценить их эффективность в условиях климата России и возможность использования ФОС на различных объектах загрязнения воды.

**Объекты и методы:** В качестве объекта исследования выступало ФОС, расположенное рядом с ТТК г. Москвы и предназначенное для очистки стока с

ТТК. Очищенная вода попадает в реку Чуру. Было отобрано 6 проб в ноябре и 6 проб в декабре, по 3 пробы у стока с ТТК и 3 пробы со стока в реку Чуру. Потом были определены показатели содержания анализируемых веществ во всех пробах воды. Кислотность воды измеряли с помощью иономера, содержание хлорид-ионов, ионов кальция и магния определяли титрованием, а содержание сульфат-ионов, ионов калия и натрия – фотометрическим методом.

**Выводы:** Показано, что ФОС эффективно очищают воду от ионов калия, натрия и хлорид-ионов. рН воды не изменяется после ФОС и находится в пределах ПДК. Снижается концентрация ионов магния и кальция, но не до уровня ПДК. Данные ФОС неэффективны при очистке воды от сульфатов. Замечено, что эффективность работы ФОС снижается в зимний период в связи с устойчивым снежным покровом.

# КОРАЛЛОВАЯ ВОДА – ПАНАЦЕЯ ИЛИ ПУСТЫШКА?

Скапишев Никита

9 класс, МБОУ «Гимназия № 127», г. Снежинск

Научные руководители: учитель химии высшей квалификационной категории МБОУ «Гимназия №127» Н.К. Гладышева,  
к.п.н., учитель физики МБОУ «Гимназия №127» А.И. Капралов

Выбранная тема актуальна, так как в последнее время в нашу жизнь прочно вошло такое понятие как БАД – биологически активные добавки. Современной мировой медицинской наукой на БАД возложена такая задача, как оптимизация питания с целью оздоровления и профилактики заболеваний в составе диетологических мероприятий за счёт восполнения комплекса биологически активных веществ, которые наш организм недополучает в связи с резким изменением структуры питания. Моё внимание привлекла такая биологически активная добавка, как «Корал-Майн». Она заинтересовала меня тем, что пользуется большой популярностью среди широкого круга людей, при этом имеет достаточно высокую стоимость, однако её эффективность клинически не доказана.

**Цель работы:** исследовать фактический состав биологически активной добавки «Корал-Майн» на соответствие заявленному производителем составу путем определения наличия таких химических элементов, как  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Br}^-$  и др.

**Методы исследования:** экспериментально-теоретические.

1. Изучение научных источников.
2. Лабораторные исследования.

Работа выполнялась на базе лаборатории МБОУ «Гимназия № 127». Для определения наличия химических элементов проводились соответствующие качественные реакции.

**Вывод:** путём проведения качественных реакций мы выяснили, что фактический состав биологически активной добавки «Корал-Майн» не соответствует заявленному, что указывает на недобросовестность производителя и нецелесообразность использования дорогостоящей БАД в целях профилактики недостатка в организме исследуемых минеральных веществ.

*Список литературы:*

1. Чернобельская Г.М., Чертков И.Н. Химия. 1985.
2. <https://www.coral-club.com/ru/catalog/health/antioxidants/koral-mayn/>
3. <http://coral-distr.com/index.php/ru/produksiya/product/view/13/101.html>

# RESEARCH TITLESYNTHESIS OF AMINE-MODIFIED SILICA AEROGEL FOR CO<sub>2</sub> ADSORPTION BY AMBIENT PRESSURE DRYING METHOD

**Ornida Kraiwuttianant, Yosita Piyaratanayothin, and Varangkana Karunanon**  
*Mahidol Wittayanusorn School, Nakhon Pathom, 73170, Thailand*

Advisors:

Dr. Supan Yodyingyong, Institute for Innovative Learning, Mahidol University  
and Dr. Usa Jeenjenkit, Department of Chemistry, Mahidol Wittayanusorn School

CO<sub>2</sub> emission is one of the factors causing global warming. The studies on reduction of CO<sub>2</sub> emission have been done widespread and continuously. Amine-based adsorbents are the current technology for CO<sub>2</sub> capture. A sorbent technology for CO<sub>2</sub> capture was found that it has several advantages over the amine-based solvent adsorption. As silica aerogel is mesoporous and has very high surface area. This material can be a good candidate as the adsorbents material for CO<sub>2</sub> reduction. In this study, we have investigated the absorption of CO<sub>2</sub> by amine-modified silica aerogel. The synthesis of amine-grafted silica aerogel using sol-gel process consists of two steps; making the amine-grafted hydrophilic silica gel by adding ethanolamine during the sol-gel process and ambient pressure drying of the amine-grafted hydrophobic silica gel. Ratios of sodium silicate per ethanolamine are varied; 50 : 0 (SA0), 50 : 1 (SA1), 50 : 2 (SA2) and 50 : 3 (SA3). ATR/IR spectroscopy is used to characterize the absorption property and the amine-modified silica. The CO<sub>2</sub> absorption capability of the sample was analyzed by comparing the area graph of the carbonyl group. The result shows that the amine-modified silica aerogel can use to absorb the CO<sub>2</sub> gas indicating by the carbonyl group at wavelength 1710 cm<sup>-1</sup>. The capability of CO<sub>2</sub> capture by the samples was SA2 > SA3 > SA1 > SA0. As a result, every sample has capability of CO<sub>2</sub> adsorption and the most optimum sample is SA2.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> adsorption, Ethanolamine, Amine grafted silica aerogel

Отпечатано 21 апреля 2016 года.  
Издательский центр СУНЦ МГУ,  
Г. Москва, ул. Кременчугская, д.11, 107-Б.

