

ПОЛНЫЙ ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ПО НАУКЕ
О Т Ч Е Т
кафедры химии ВГАУ
за 2018 год.

Тема 7 «Разработка инновационных технологических процессов производства и переработки сельскохозяйственного сырья, оценка качества и безопасности продовольственных товаров и объектов окружающей среды»;

Раздел 7.5. Разработка методов экологического мониторинга окружающей среды, методов очистки вод и природных объектов от примесей

7.5.1. Разработка методов качественного анализа газовых смесей единичным металлоксидным сенсором в условиях нестационарного режима работы

Цели исследования: разработка режимов работы полупроводниковых сенсоров, позволяющих проводить селективный анализ газовых смесей с использованием одного или двух металлоксидных сенсоров.

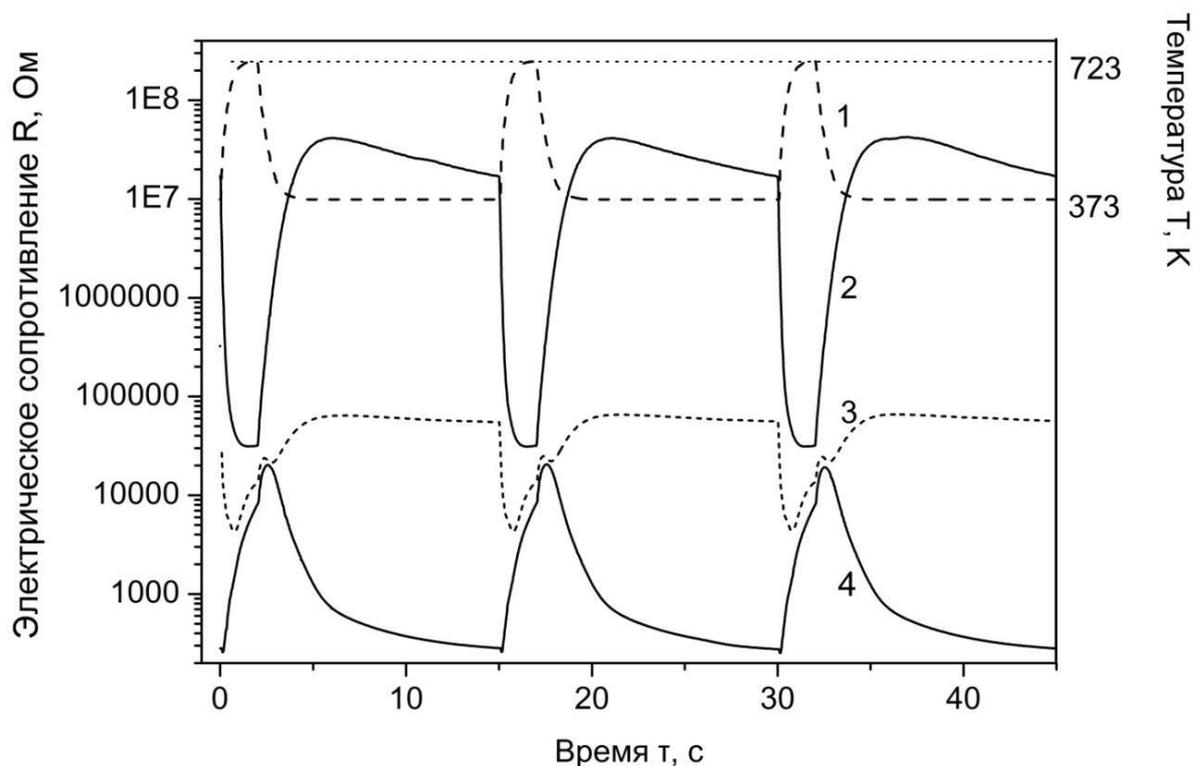
Задачи исследования: подбор необходимых параметров нестационарных режимов работы – изменении температуры сенсора, скорости потока среды, включении или выключении конвертера.

Актуальность: Газоаналитические приборы условно можно разделить на две большие группы. В одной из них находятся дешевые и компактные газоанализаторы на основе малоселективных химических сенсоров, которые позволяют проводить количественный анализ однокомпонентных систем, качественный состав которых известен. К другой группе следует отнести дорогие и сложные приборы, позволяющие проводить качественный и количественный анализ газовых смесей с большой точностью (например, хромато-масс-спектрометры). Существует объективная потребность в относительно недорогих и простых газоанализаторах, которые могли бы осуществлять не только количественный, но и качественный анализ. Ранее предполагалось, что эту роль могут выполнять мультисенсорные системы – так называемые «электронные носы». Однако выяснилось, что нестабильность работы «электронных носов» возрастает по мере увеличения количества сенсоров в геометрической прогрессии, поэтому данное направление приборостроения сейчас считается неперспективным.

Основные результаты работы: использование металлоксидного сенсора в режиме периодического нагрева позволяет выявить индивидуальные особенности каждого анализируемого газа. Зависимости сопротивления сенсора от времени преобразуются в многомерные массивы данных и обрабатываются хемометрическими методами. Для идентификации аналита в этом случае используется метод главных компонент с последующим кластерным анализом, а для определения концентрации аналита — модели линейной или нелинейной регрессии по облаку точек идентифицированного кластера.

Линия 1 на рисунке показывает зависимость температуры от времени на протяжении трех циклов измерений. Длительность каждого цикла – 15 секунд. Линия 2 показывает изменение сопротивления сенсора на основе диок-

сида олова с добавкой 3 % палладия при определении 500 ppm метана, линия 3 – изменение сопротивления сенсора при определении 100 ppm этанола, линия 4 – изменение сопротивления сенсора при определении 50 ppm сероводорода. Различие форм кривых показывает возможность проведения каче-



ственного анализа.

Закключение: Благодаря сочетанию состава газочувствительного слоя сенсора с подобранным под этот состав режимом температурной модуляции, включающим резкий нагрев до температуры 723 К и постепенное охлаждение до 373 К при полной длительности цикла измерений 15 секунд. Использованный нами подход позволил зафиксировать характерные экстремумы на зависимости электрического сопротивления сенсора от времени, облегчающие распознавание отдельных газов-аналитов. При переходе от стационарного режима к температурной модуляции значительно возрастает объем данных, регистрируемый сенсором для газовой среды, что требует разработки специальных методов статистического анализа многомерных массивов эмпирических данных. Нами был разработан простой и эффективный математический алгоритм обработки многомерных данных, позволяющий осуществлять процедуру качественного и количественного анализа газовой среды. Проведённый анализ показал, что применение температурной модуляции сенсора позволило не только повысить селективность анализа, но также увеличить его чувствительность – так, отклик сенсора вырос более чем на порядок по сравнению со стационарным режимом.

7.5.2. Исследование строения, селективности и транспортных свойств природных и синтетических ионообменных материалов и использование их при водоподготовке и других технологических процессах

Цели исследования: Сравнение способов обработки зерна на качество сырья для производства продуктов питания, в том числе специализированного назначения.

Задачи исследования: Исследование методом абсорбционной ИК-спектроскопии образцов зерна и экстракта амаранта, идентификация и установления их строения.

Актуальность: Обсуждая современные проблемы потребительского рынка, утвержденная «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2010 года» отмечает потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами, являющееся причиной снижения качества жизни и развития ряда заболеваний населения России, в том числе за счет дефицита микронутриентов и пищевых волокон. Хлебобулочные изделия относятся к продуктам массового и ежедневного потребления, благодаря чему введение в их состав обогащающих ингредиентов является одним из реальных путей корректировки рационов питания. Одним из сырьевых источников является амарант, обладающий богатым химическим составом и способный повысить пищевую ценность и (или) придать функциональную направленность хлебобулочным изделиям. Известны многочисленные разработки способов приготовления и рецептурных составов хлебобулочных, мучных кондитерских изделий и других продуктов питания, в том числе специализированного назначения. Однако потенциал химического состава этого сырьевого источника, существенные сортовые различия и практическое отсутствие на потребительском рынке продуктов питания с амарантом обосновывают целесообразность проведения дальнейших исследований, в том числе в части изучения состава как самого сырьевого источника, так и продуктов его переработки и, соответственно, закономерностей их влияния на потребительские свойства готовой продукции.

Основные результаты работы: В работе в качестве объектов исследования использовали амарант селекции Воронежского ГАУ и Федерального научного центра овощеводства. Амарант выращивали в коллекционном питомнике Воронежского ГАУ. По географическому расположению питомник находится в лесостепной зоне ЦЧР. Почва опытного участка – выщелоченный среднесуглинистый чернозем. Обеспеченность ее подвижными формами азота, фосфора и калия средняя и высокая. Содержание гумуса – 4,5 %, pH – 5,4-5,8. Сумма осадков за период с температурой выше +10 °C составляет 250-260 мм. Общая сумма активных температур 2581 °C. Посев проведен во второй половине мая.

В отобранных пробах зерна амаранта определяли влажность – по ГОСТ 13586.5-2015, массовую долю белка определяли по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 10846-91. Скрининг сортов амаранта как белкового обогатителя позволил выделить амарант сорта Универсал (рис. 1).

Учитывая перспективность применения цельносмолотых продуктов переработки зерновых культур, амарант сорта Универсал подвергали экструдированию при температуре в матрице 110-120 °С с последующим измельчением экструдата до размера частиц, не превышающего 315 мкм. Использовали экструдер универсальный малогабаритный (ЭУМ-1).

Измельченный экструдат из амаранта сорта Универсал представляет собой массу светло-кремового цвета, идентичного цвету ржаной обдирной муки, с приятным запахом, характерным для обжаренных продуктов, и слабо выраженным с легкой горчинкой привкусом амаранта влажностью 4,8 % содержанием белка 27,5 %.

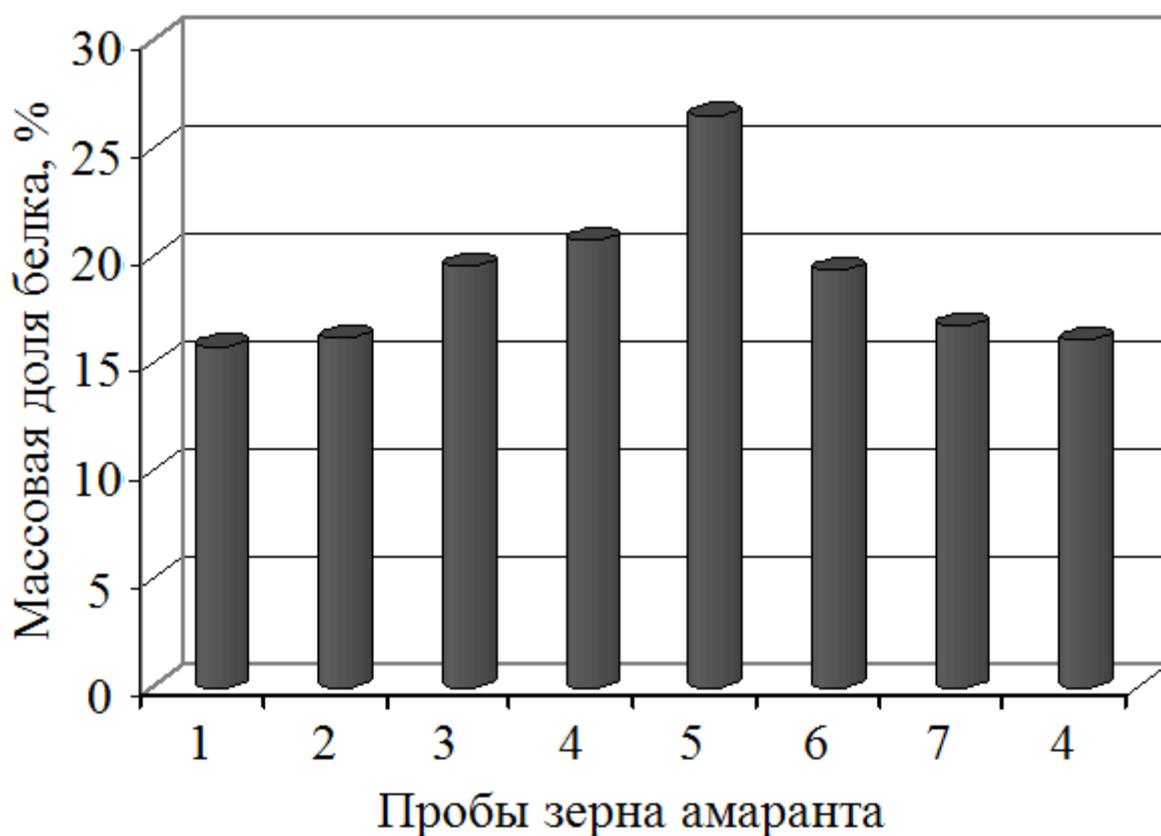
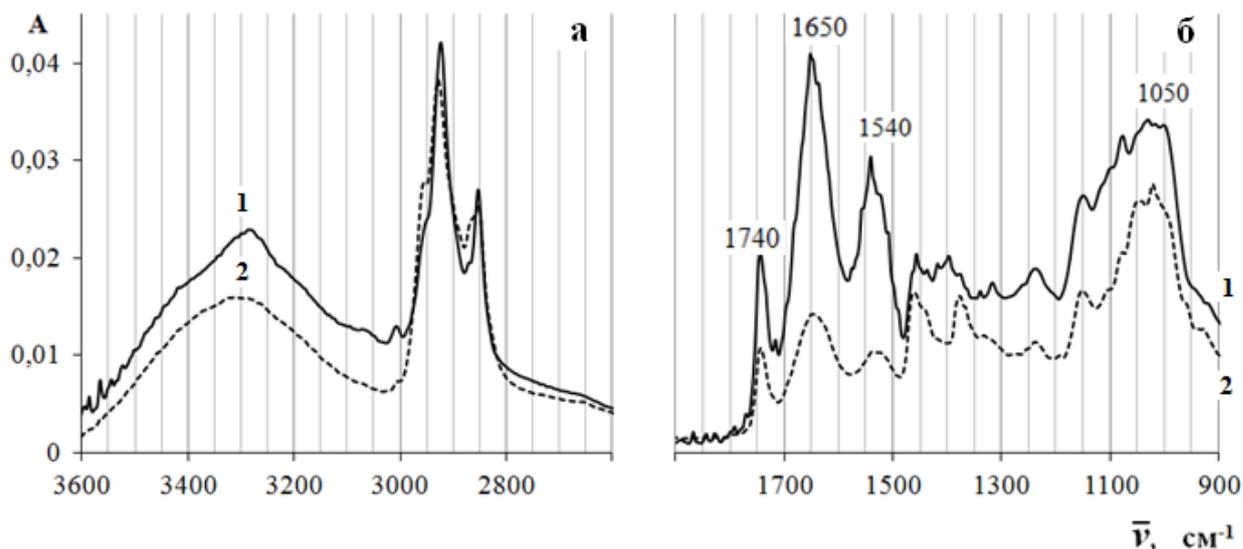


Рис. 1. Массовая доля белка в пробах зерна амаранта разных сортов: 1 – Воронеж-36, 2 – Воронеж, 3 – Император, 4 – Рубин, 5 – Универсал, 6 – Гигант, 7 – Добрыня, 8 – Валентина.

В последнее время получение и применение экструдированных продуктов является одним из реальных направлений «оздоровления» продуктов питания. При этом в научной литературе продолжается дискуссия о глубине деструкционных процессов, протекающих при одновременном термическом и механическом воздействии на биополимеры сырья. С целью определения перспектив дальнейшего применения экструдата амаранта были проведен сравнительный анализ спектров поглощения в инфракрасной (ИК) области спектра для зерна и экструдата зерна сорта Универсал.

Метод абсорбционной ИК-спектроскопии широко используется для контроля чистоты химических соединений, идентификации и установления их состава и строения. Электромагнитное излучение при воздействии на мо-

лекулярную систему избирательно поглощается веществом. В результате регистрации проходящего или отраженного от образца электромагнитного потока в данной области спектра формируется спектральная характеристика, отражающая межатомные и межмолекулярные взаимодействия в системе. Инфракрасные спектры поглощения в диапазоне от 400 до 4000 см^{-1} полу-



ны на приборе ИК-Фурье спектрометр Bruker VERTEX 70 в режиме отражения. Образцы перед измерениями высушивали до постоянной массы при температуре 35°C.

Рис. 2 Инфракрасные спектры поглощения (А) образцов амаранта: 1 – зерно, 2 – экструдат.

На рисунке 2 представлены спектральные характеристики образцов зерна (1) и экструдата (2) амаранта. Сравнение спектральных характеристик образцов зерна и экструдата амаранта (рис.2) демонстрирует наличие полос поглощения в двух областях – коротковолновой (3600-2600 см^{-1} , рис.2а) и длинноволновой (1800-900 см^{-1} , рис.2б) частях спектра. Первая содержит интенсивные пики поглощения, характеризующие валентные колебания С-Н метильных и метиленовых фрагментов 2923-2933 см^{-1} и 2855 см^{-1} , а также широкую полосу поглощения в области 3280-3300 см^{-1} , отвечающую валентным колебаниям связей О-Н и N-H. Спектральное поведение образцов 1 и 2 в длинноволновой области спектра (рис. 2б) также схоже. Интенсивное поглощение в области 1000-1050 см^{-1} , а также хорошо выраженная полоса 1150 см^{-1} соответствуют колебаниям эфирной группировки С-О-С в структуре целлюлозы [9]. Для обоих образцов проявляются полосы поглощения карбоксильной группы в водородной (1740 см^{-1}) и солевой (1650 см^{-1}) формах. В спектре образца 1 присутствуют интенсивные максимумы, характеризующие колебания амидных связей в составе белковых компонентов и аминокислот зерна амаранта. Полосы 1650 и 1540 см^{-1} можно отнести к колебаниям С-N связей, соответственно Амид I и Амид II.

В процессе экструзии зерна амаранта происходят деструктивные явления, которые сопровождаются изменениями в спектрограммах образцов. Для сравнения интенсивности характеристических полос поглощения зерна и

экструдата амаранта был использован метод базовой линии. В качестве внутреннего стандарта выбрана частота 1460 см^{-1} , как наиболее близкая к исследуемым частотам и присутствующая на обеих спектрограммах. Относительные высоты пиков h/h_{cm} приведены на диаграмме (рис. 3).

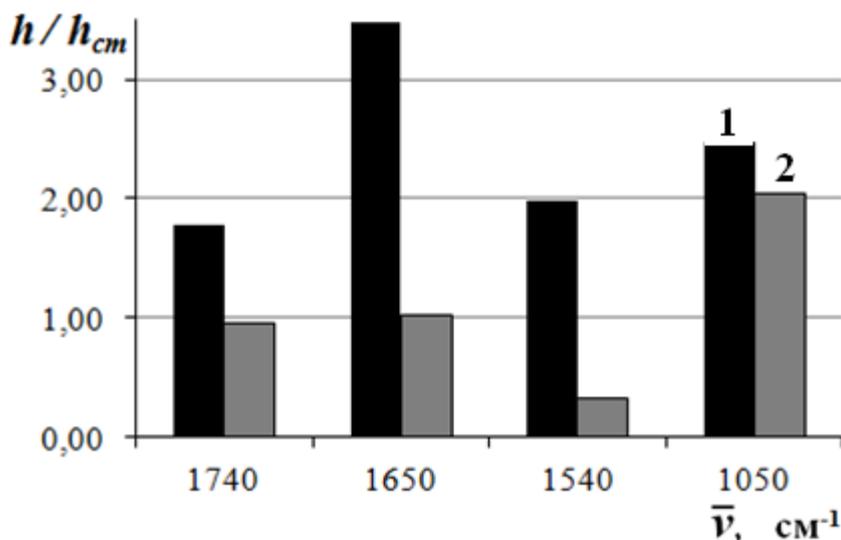


Рис. 3 Относительные высоты характеристических пиков для зерна (1) и экструдата (2) амаранта.

Сравнение относительных высот полос поглощения для 1-го и 2-го образцов показывает снижение интенсивности колебаний карбоксильной группы (полосы 1740 и 1650 см^{-1}), амидных связей (1650 и 1540 см^{-1}), а также уменьшение высоты «эфирной полосы» (1050 см^{-1}). Полученные результаты свидетельствуют о разрушении структуры белковых компонентов, аминокислот и частично пиранозных циклов целлюлозы при проведении экструзии зерна амаранта. Причем процессы дезаминирования протекают более активно, чем декарбоксилирования, о чем свидетельствует более резкое снижение интенсивности полосы 1540 см^{-1} (в 5,9 раза), по сравнению с полосой 1740 см^{-1} (в 1,9 раза).

Заключение: Данные ИК-спектроскопии свидетельствуют о нарушениях состава и структуры биологически-активных компонентов зерна амаранта при одновременном термическом и механическом воздействии на биополимеры сырья в процессе экструзии. Наиболее сильно при этом разрушаются азотсодержащие белковые компоненты. В то же время структура пищевых волокон не претерпевает серьезных изменений.

7.5.3. Создание новых сорбентов для очистки воды

Цели исследования: Разработана технология получения ряда композитных сорбентов БАКС-001, БАКС-002 и БАКС-003 для решения проблемы разработки новых методов очистки воды.

Задачи исследования: Установление особенностей структуры, физико-химических свойств сорбентов БАКС-001, БАКС-002 и БАКС-003, а также механизмов сорбции на них веществ различной химической природы.

Актуальность: Антропогенное загрязнение подземных вод и открытых водоемов, особенно в городах с развитой промышленностью, достигает катастрофических масштабов. Для решения этой проблемы необходима разработка новых методов очистки воды. Перспективным направлением является сорбционная очистка воды. В настоящее время широкое распространение получили модифицирование природных материалов [1] и разработка новых синтетических композитов [2]. При разработке синтеза новых эффективных сорбентов желательно, чтобы их свойства обеспечивали комплексное извлечение из воды вредных примесей неорганического, органического и микробиологического происхождения. При этом важнейшей задачей является установление особенностей структуры, физико-химических свойств этих сорбентов, а также механизмов сорбции на них веществ различной химической природы.

Основные результаты работы: Разработана технология получения ряда композитных сорбентов (БАКС-001, БАКС-002 и БАКС-003) [3-5]. Сорбент БАКС-001 получали совмещением обезвоженного при 150°C и измельченного на коллоидной мельнице аморфного осадка диоксида кремния с измельченным углем БАУ, а также с наночастицами серебра, полученного обработкой глюкозой аммиачного раствора гидроксида серебра в растворе крахмала. Полученную глинообразную смесь высушивали и прокаливали при 750-800 °С. Получение сорбента БАКС-002 включало те же операции, однако, в глинообразную массу ингредиентов добавляли 20% -ный раствор FeSO₄, высушивали, прокаливали и отмывали от избытка соли сначала раствором HCl, затем дистиллированной водой.

При синтезе сорбента БАКС-003 сначала уголь БАУ обрабатывали концентрированной H₂SO₄ в течение 24 часов, затем совмещали с силикатом натрия и далее проводили операции, как показано выше. Следует отметить, что при обработке БАУ серной кислотой проходило увеличение его объема примерно в 1.5 раза, что, по видимому, связано с набуханием вследствие сульфирования ароматических фрагментов, являющихся одними из компонентов активированного угля, образование фиксированных сульфогрупп и их гидратацией выделяющимися молекулами воды. Далее повторялись те же операции, что и при получении БАКС-001. Образцы полученных сорбентов подвергались микроскопическому исследованию на электронном растровом микроскопе JEOL JSM6510-LV с энергодисперсионной приставкой Bruker, для определения элементного состава.

В зависимости от условий синтеза сорбенты имели различную степень дисперсности с преобладанием наночастиц, с ее увеличением в ряду БАКС-001 < БАКС-002 < БАКС-003

Химический состав полученных композитов позволяет предположить наличие в их строении активных центров различной полярности, следовательно, проявления селективности к сорбатам за счет диполь-дипольных и дисперсионных взаимодействий. Такие взаимодействия характерны для дифильных органических соединений, каковыми являются алифатические спирты, в частности, бутанол.

Сорбционная способность полученных композитов к дифильным органическим веществам с одновременным определением удельной поверхности исследовалось по специальной методике. Образцы сорбентов массой 5 г помещались в раствор объемом 200 см³ с рядом концентраций в пределах 0.05-0.5 моль/дм³ при 20°С и приводились в равновесие в течение 24 часов. Затем по калибровочному графику «поверхностное натяжение-концентрация бутанола», построенному по данным сталагмометрического анализа исходных растворов, определялась концентрация бутанола в равновесных растворах. По полученным данным строили изотермы сорбции, анализом которых в соответствии с использованием линейной формы уравнения Ленгмюра находили предельную удельную сорбцию Γ и рассчитывали удельную поверхность $S_{уд}$.

На рисунке показаны изотермы сорбции бутанола на исследуемых сорбентах. Общей для всех композитов особенностью является двухступенчатый характер изотерм с четко выраженным разделением ступеней. Однако высота этих ступеней неодинакова, что исключает механизм двойной сорбции. По-видимому, данный характер кривых указывает на наличие в структуре сорбентов двух частей, различных по степени дисперсности. Первая ступень изотермы соответствует заполнению активных центров в более доступных, менее дисперсных участках, а вторая в более дисперсных.

Каждая из ступеней изотерм была проанализирована с использованием линейной формы уравнения Ленгмюра с выявлением предельной удельной сорбции (Γ_{∞}) и коэффициентов селективности (K). При этом исходная равновесная концентрация бутанола для второй ступени определялась по величине Γ_{∞} на первой ступени и при анализе данных второй ступени принимались за нуль, а удельная сорбция рассчитывалась как разница между экспериментальными данными и Γ_{∞} на первой ступени. Линейные зависимости $C/\Gamma - C$ характеризовались достаточно высокими коэффициентами корреляции ($R^2 \sim 0.98$).

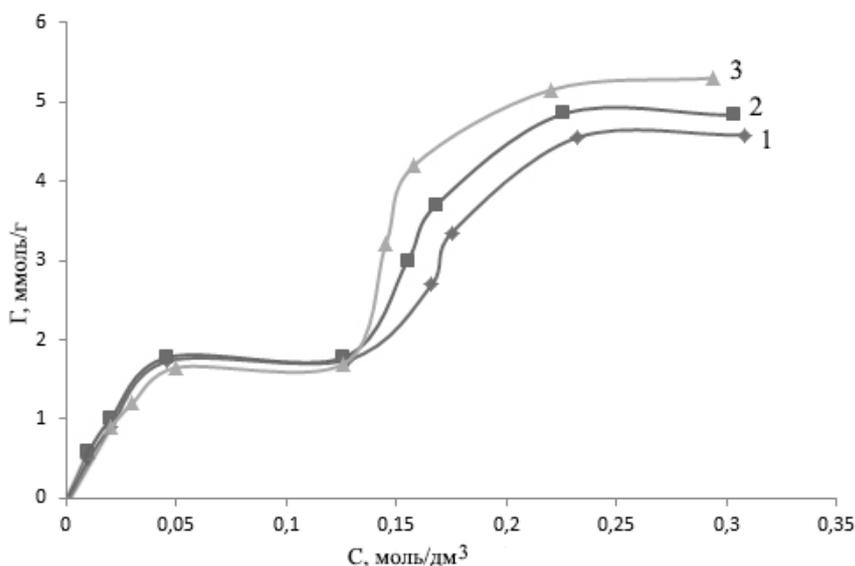


Рис. Изотермы сорбции бутанола на образцах композитов
1 - БАКС-001., 2 - БАКС-002, 3 – БАКС-003

Предельная удельная сорбция на первой ступени изотерм практически одинакова для всех трех композитов, однако на второй ступени наблюдается различие в величине этого показателя. При этом на второй ступени, в отличие от первой, имеют место резкое увеличение коэффициента селективности в ряду БАКС-001<БАКС-002<БАКС-003. Отмеченные особенности связаны с топохимией и механизмом сорбционного процесса. Рассмотрим возможные варианты сорбции бутанола на активных центрах композитов. Состав сорбентов БАКС, в основном, включает активированный уголь с примерно 10%-ной добавкой неорганических компонентов. На угле бутанол сорбируется в основном вследствие дисперсионных взаимодействий с ним углеводородного радикала. На силикатной части сорбентов проявление таких взаимодействий практически исключено из-за полярных связей в сорбенте. Однако сорбция бутанола как на модифицированных образцах (БАКС-002 и, особенно, БАКС-003), так и на силикатной части БАКС-001, возможна вследствие диполь-дипольных взаимодействий спирт-сорбент. В принципе, выявить вклад каждого из видов взаимодействий практически невозможно, однако возможно определить вклад в общий сорбционный процесс ионообменной составляющей.

Результаты показывают, что в ряду БАКС-001<БАКС-002<БАКС-003 увеличивается предельная удельная адсорбция ионов Fe^{3+} , в особенности на сульфированном сорбенте БАКС-003. При этом практически все активные центры являются носителями катионообменных свойств. Особенно, катионообменные свойства проявляются в изменении отношения коэффициентов селективности сорбентов к ионам Fe^{3+} и спирта. В случае композита БАКС-003 по сравнению с БАКС-001, оно увеличивается примерно в 7.5 раз.

Заключение: Таким образом, выявлено что полученные композиты проявляют довольно высокую сорбционную способность к органическим веществам дифильного характера. При этом модифицирование базового сорбента БАКС-001 сульфатом железа и серной кислотой, позволяет увеличить удельную поверхность, а, следовательно, сорбционную емкость. Высокая эффективность композитов при извлечении органических соединений из водных растворов позволяет считать перспективным использование их в системах кондиционирования воды.

За отчетный период опубликовано 30 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных списком ВАК, 3 статьи в международных базах данных WoS/Scopus, 19 тезисов докладов, 3 учебных пособия.

**Перечень научных статей опубликованных в журналах и сборниках за
2018 год:
РИНЦ**

Журналы из списка ВАК

1. Увеличение удельной поверхности углеродсодержащего сорбента путем введения дополнительных компонентом Горелова Е.И., Котов В.В.,

Горелов И.С., Данилова Г.Н. Сорбционные и хроматографические процессы. 2018 Т.18 №3 с.332-337.

2. Обезжелезивание воды сорбцией на угольно-силикатном композите. Горелова Е.И., Котов В.В., Данилова Г.Н. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» 2018 №3 с.18-23.

3. Селективное определение водорода металлоксидным сенсором А. Шапошник, П. Москалев, К. Чегерева, А. Звягин, Е. Сизаск. Сорбционные и хроматографические процессы. 2018 Т.18 №5 с.751-756.

Конференции и статьи в сборниках:

1. Шапошник А.В., Чегерева К.Л., Звягин А.А. Селективное определение угарного газа полупроводниковым сенсором с использованием микрореактора на основе нанопорошков диоксида олова. «Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых в области получения композитных материалов нового поколения»: материалы национального молодежного научного симпозиума 25-27 сентября 2018 г. МО РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2018. – 381 с.

2. К.Л. Чегерева, А.В. Шапошник, А.А. Звягин Селективное определение монооксида углерода в воздухе полупроводниковыми сенсорами. Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах (ФАГРАН—2018): материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Воронежского государственного университета. - Воронеж, 2018. — 608 с.

3. А.В. Шапошник, Е.А. Сизаск, П.В. Москалев, К.Л. Чегерева, А.А. Звягин Селективное определение сероводорода полупроводниковым сенсором. Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах (ФАГРАН—2018): материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Воронежского государственного университета. - Воронеж, 2018. — 477 с.

4. А.В. Шапошник, А.А. Звягин, К.Л. Чегерева, Е.А. Сизаск Селективное определение газов восстановителей единичным полупроводниковым сенсором. Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах (ФАГРАН—2018): материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Воронежского государственного университета. - Воронеж, 2018. — 382 с.

5. Дегтерева А.Ю., Перегончая О.В., Звягин А.А. Определение кислотного числа подсолнечного масла методом кондуктометрического титрования в сборнике: молодежный вектор развития аграрной науки материалы 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 75-78.

6. Социальное партнерство школы и вуза при формировании индивидуальных образовательных траекторий обучающихся Перегончая О.В., Соколова С.А., Денисова Н.А. в сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития материалы международной научно-практической конференции. 2018. с. 47-49.

7. Чегерёва К.Л., Шапошник А.В., Звягин А.А. Определение аммиака полупроводниковыми сенсорами сборник: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Коцаев. 2017. С. 299-300.

8. Дегтерева А.Ю., Звягин А.А. Кондуктометрическое титрование в определении кислотного числа растительного масла Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.371

9. Фролова В.В. СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ β -ДИКЕТОНОВ И АЗОГЕТЕРОЦИКЛОВ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.432

10. Чегерева К. Л., Шапошник А. В., Звягин А. А. СЕЛЕКТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГАРНОГО ГАЗА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ СЕНСОРАМИ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.429

11. Стахурлова А.А., Перегончая О.В., Соколова С.А., Дерканосова Н.М., Тараканова М.А., Клиских А.Ф. ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ЗЕРНА АМАРАНТА ВСЛЕДСТВИЕ ЭКСТРУЗИИ ПО ДАННЫМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – с.429

12. Сизаск Е.А., Шапошник А.В., Звягин А.А., СЕЛЕКТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОВОДОРОДА МЕТАЛЛОКСИДНЫМ СЕНСОРОМ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора

Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.414

13. Перегончая О.В., Соколова С.А., Зайцева И.И., Дерканосова Н.М., Тараканова М.А., Клиньских А.Ф. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПО ДАННЫМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.401

14. Москалев П.В., Шапошник А.В., О ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОБЛЕМ РЕДУКЦИИ РАЗМЕРНОСТИ И КЛАССИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.397

15. Курчаева Е.Е., Перегончая О.В., ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГИДРАТАЦИИ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.386

16. Кривоносова И.А., Дуванова О.В., Соколова С.А., Дьяконова О.В., Зяблов А.Н. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.371

17. Колтышева О.Ю., Соколова С.А., Дьяконова О.В., Колобаева А. А., ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНОВ В ЯБЛОЧНОМ СОКЕ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора

Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.366

18. Звягин А. А., Шапошник А.В., Чегерева К.Л., Сизаск Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОКСИДНОГО СЕНСОРА ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОВ Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менедж-мент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –с.364

19. Шацких М.А., Денисова Н.А., Перегончая О.В. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СИСТЕМЕ "ШКОЛА - ВУЗ" В сборнике: Экологическое образование сегодня. Взгляд в будущее Сборник материалов и докладов V Всероссийской научно-практической конференции по экологическому образованию. Под общ. ред. В.А. Грачева. 2018. С. 1064-1068.

Научные журналы (РИНЦ)

1. Колтышева О.Ю., Соколова С.А., Дьяконова О.В., Колобаева А.А., Котик О.А. Сравнение результатов спектрофотометрического и перманганатометрического определения содержания танинов в яблочном соке для производства сидра. Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-2. С. 250-253.

2. Дегтерева А.Ю., Перегончая О.В., Звягин А.А. Определение кислотного числа подсолнечного масла методом кондуктометрического титрования. Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2017. № 2 (9). С. 149-152.

RSCI (Российский индекс научного цитирования)

Scopus

1. STATES TOMOGRAPHY OF QUANTUM SYSTEMS VIA TWISTED LIGHT Klinskikh A.F., Meleshenko P.A., Nguyen H.T.T., Sokolova S.A., Semenov M.E., Kanishcheva O.I., Gorlov V.A. В сборнике: Progress In Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS) 2017. С. 2871-2873.

2. STATES TOMOGRAPHY OF QUANTUM SYSTEMS VIA TWISTED LIGHT Klinskikh A.F., Meleshenko P.A., Semenov M.E., Kanishcheva O.I., Gorlov V.A., Nguyen H.T.T., Sokolova S.A. В сборнике: Progress in Electromagnetics Research Symposium 2017. С. 2871-2873.

Web of science

1. Ievlev V.M., Ryabtsev S.V., Samoylov A.M., Sinelnikov A.A., Shaposhnik A.V., Kushev S.B. Thin and ultrathin films of palladium oxide for oxidizing gases detection. Sensors and actuators b: Chemical. 2018. т. 255. № 2. с. 1335-1342.

Результаты интеллектуальной деятельности (патенты, свидетельства)
