

УДК 661.183: [66.067+66.074]

Ю.А. Варфоломеев, Н.И. Богданович, Е.М. Бокова

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

Варфоломеев Юрий Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, проректор по инновационному развитию Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, заслуженный деятель науки РФ. Имеет более 300 научных трудов в области обеспечения долговечности древесины в строительстве экологически безопасными методами.

E-mail: y.varfolomeev@narfu.ru



Богданович Николай Иванович родился в 1943 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, заслуженный работник высшей школы РФ. Имеет более 320 печатных трудов в области изучения пиролиза древесины и отходов ее химической и механической переработки с получением адсорбентов для очистки сточных вод и газовых выбросов, а также адсорбционных методов очистки сточных вод и переработки осадков.

Тел.: (8182) 21-89-46



Бокова Елена Михайловна окончила в 1969 г. Архангельский лесотехнический институт, директор Архангельского опытного водорослевого комбината. Имеет более 20 научных работ по переработке водорослей, получению новых продуктов, в том числе медицинского и парфюмерного назначения.

Тел.: 8 (8182) 62-83-49



ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ В АРКТИКЕ И СУБАРКТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Рассмотрены особенности инновационного развития и освоения приарктических территорий, имеющих сырьевые ресурсы для получения вспомогательных продуктов, которые будут востребованы при создании средств защиты от последствий чрезвычайных ситуаций в условиях Севера.

Ключевые слова: активные угли, адсорбенты ферромагнитные, Арктика, морские водоросли, биологически активные вещества.

Высокотехнологичная разработка крупных месторождений углеводородов на морских акваториях Арктики активизировала деятельность многих стран по формированию и наращиванию своего экономического, информационного, политического и военного присутствия в этом отдаленном малонаселенном регионе, отличающемся экстремальными погодно-климатическими условиями. Особо следует отметить крайне высокую уязвимость северной природной среды, практически не восстанавливаемой после негативного антропогенного воздействия.

Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ) обеспечивает научную и кадровую поддержку защиты геополитических и экономических интересов России в Арктике. Это реализуется на основе стратегического партнерства с бизнес-сообществом путем интеграции науки, производства и образования с созданием системы непрерывного профессионального образования.

В связи с этим необходима ориентация научного сообщества и отраслей промышленности на инновационный путь развития и освоения арктиче-

ских и субарктических территорий. Запланировано интенсивно развивать существующие в Архангельской области мощные предприятия судостроения и машиностроения, нефтегазодобывающую промышленность (создание высокотехнологичных морских сооружений для добычи, хранения, транспортирования и переработки углеводородного сырья в холодном климате и др.), лесную и деревообрабатывающую промышленность, глубокую переработку возобновляемых биоресурсов, северную (полярную) медицину, здравоохранение и др.

Активизация работ с углеводородами значительно повышает вероятность возникновения чрезвычайных (взрывы, пожары, загрязнение территорий и акваторий нефтепродуктами и т.п.) ситуаций (ЧС). Последствия ЧС и их ликвидация неизбежно связаны с риском для жизни и здоровья людей. Поэтому необходимо разрабатывать и создавать средства защиты. Особое место занимают эффективные адсорбенты для очистки воздуха и воды. При этом для получения углеродных и углерод-минеральных ферромагнитных адсорбентов предлагается использовать сухостойную древесину ели, которую необходимо срочно использовать в связи с большими объемами биоповреждений еловых древостоев в междуречье Северной Двины и Пинеги (Архангельская область), что подтверждается результатами космического мониторинга и полевых исследований [3, 4].

В САФУ разрабатывается [1, 2, 6, 7] два принципиально отличающихся способа термохимической активации древесных и других растительных материалов, являющихся, в основном, отходами переработки древесины, а также некоторых сельскохозяйственных культур.

По первому способу исходное сырье (технические лигнины, опилки, кора, солома, косточковые отходы, плодоваягодные жмыхи и др.) подвергается термической обработке (предпиролиз), смешивается с концентрированными растворами щелочи (лучше NaOH) и направляется на дополнительную термообработку (термохимическая активация), осуществляемую без доступа воздуха в атмосфере выделяющихся парогазов. Полученный науглероженный материал подвергают тщательной промывке водой и, при необходимости, 0,5 н HCl для снижения зольности. Активный уголь (АУ) сушат и упаковывают.

Выход АУ по этой технологии составляет от 15 до 35 % в расчете на сухое вещество сырья и зависит в основном от вида последнего. АУ получают в виде порошка, попытки гранулирования приводили к потере сорбционных свойств.

Сорбционные свойства углей (метиленовый голубой, йод, гексан и др.) в 2,5–4,0 раза превосходят аналогичные показатели промышленно выпускаемых в России активных углей подобного класса. Объем сорбирующих пор достигает 1,2 см³/г по бензолу и 2,0 см³/г по азоту (БЭТ). Варьируя режимные параметры предпиролиза и термохимической активации можно получить микропористые активные угли, в том числе с преобладанием супермикропор, а также угли с высоким содержанием мезопор. В определенных условиях получают легкие (вспученные с насыпной массой 48...50 г/л) или тяжелые (до 300 г/л) АУ.

Практически все полученные этим способом угли применяют для изготовления порошкообразных углеродных адсорбентов. Из новых направлений использования некоторых из них следует отметить получение тканевых

материалов для газовых респираторов, а также изготовление аккумуляторных батарей большой мощности.

По второму способу исходное сырье (как и в первом способе) обрабатывают гидроксидами железа, после чего полученную смесь подвергают термообработке в режиме пиролиза (в атмосфере парогазов). В результате взаимодействия с гидроксидами железа происходит активирование углеродной матрицы и формирование пористой структуры органоминеральных ферромагнитных адсорбентов, сорбирующих до 380 мг/г метиленового голубого, до 120 % йода, до 600 мг/г гептана. Объем сорбирующих пор, по данным низкотемпературной адсорбции азота, достигает 0,58 см³/г, в том числе на микропоры приходится 0,26 см³/г. Для отдельных образцов общая удельная поверхность по БЭТ превышает 600 м²/г, поверхность мезопор достигает 200 м²/г.

Гидроксиды железа при термообработке вступают в химическое взаимодействие с сырьевыми материалами, что приводит к формированию циклически полимеризованных углеродных матриц и ферромагнитных свойств, обусловленных наличием соединений железа в наиболее активной форме. Намагниченность насыщения полученных образцов достигает 60 А·м²/кг. При этом следует отметить, что увеличение напряженности магнитного поля выше 4000 Гс не приводит к росту удельной намагниченности.

Синтезированные ферромагнитные адсорбенты могут найти применение при обработке газообразных и жидких сред в самых разнообразных областях. Наиболее эффективно их использовать для очистки газовых сред от сероводорода и сероорганических соединений. Данные предварительных исследований свидетельствуют об их

эффективности при извлечении углекислого газа из воздуха и других газов, причем процесс адсорбции СО₂ сопровождается химическим взаимодействием с активными центрами адсорбента и высвобождением некоторого количества кислорода.

Внедрение порошкообразных частиц ферромагнитных адсорбентов в структуру волокнистых материалов (целлюлоза, синтетические нетканые материалы) позволяет изготовить материалы для защиты людей от электромагнитного излучения.

Исследования синтеза активных углей и ферромагнитных адсорбентов продолжают в основном в лабораторных условиях. На укрупненной экспериментальной установке наработано около 200 л АУ, переданного различным фирмам для определения потребительских свойств. Полученные ими результаты подтверждают сделанные в САФУ выводы о свойствах адсорбентов, рассматриваемых в настоящей работе.

Имеются некоторые предположения по технологическому и аппаратному оформлению процессов. Однако опытно-конструкторские и проектные работы в данном направлении пока не проводились из-за отсутствия финансирования. Некоторые элементы технологии, разрабатываемые как ноу-хау, при необходимости могут быть защищены патентами на изобретения.

Другим важным направлением инновационной деятельности САФУ является кардинальная модернизация переработки беломорских водорослей с расширением ассортимента готовой продукции и объемов производства ОАО «Архангельский опытный водорослевый комбинат». В фармакологическую группу продукции этого предприятия входят препараты альгимаф и альгипор, предназначенные для

лечения заболеваний кожи. Альгимаф эффективен для лечения ожогов, длительно незаживающих трофических ран и язв. Его фармакологическое действие – дерматопротективное, адсорбирующее, противомикробное, стимулирующее регенерацию. Альгипор предназначен для лечения ожогов, в том числе глубоких, с влажным струпом и обильными отделениями, а также вяло заживающих ран и язв, трофических язв и пролежней. Его фармакологическое действие – раноочищающее, адсорбирующее, дезинтоксикационное, стимулирующее регенерацию. Имеются большие перспективы по совершенствованию противоожоговых препаратов.

В настоящее время на ОАО «Архангельский опытный водорослевый комбинат» осуществляется выпуск ряда биологически активных защитных средств. Например, препарат каналгат оказывает противорадиационное действие при внешнем облучении организма и стимулирующее действие на систему кроветворения. Препараты магний-альганат и калий-альганат избирательно связывают и выводят из организма ионы тяжелых металлов и радионуклидов, среди них опасные Sr-90 и Cs-137. На основе природного полисахарида морских бурых водорослей с основным действующим веществом альгинатом натрия производится продукт натальгин, который способен выводить из организма ионы тяжелых металлов (свинца и кадмия), а также радионуклиды (стронция, бария, радия и др.). Дополнительным источником йода и профилактическим средством при гиповитаминозах, повышающим сопротивляемость организма неблагоприятным факторам окружающей среды и снижающим риск возникновения атеросклероза, рака, хронических инфекций является общеукрепляющее сред-

ство фукал в виде капсул, которое представляет собой наиболее удобную для применения форму морской водоросли фукус. Продукт с товарным названием кальцинат поставляет в организм кальций, помогает при аллергических заболеваниях, последствиях лучевой болезни и химиотерапии, выводит из организма токсичные вещества, поступающие с продуктами питания, водой, воздухом, избирательно выводит соли тяжелых металлов и радионуклидов без потери жизненно важных микро- и макроэлементов. Выпускаемый в капсулах марикор является дополнительным источником йода, нормализует обменные процессы в организме, является легким желче- и мочегонным средством, применяется при нарушении функций щитовидной железы. Пищевая дробленая ламинария, или морская капуста, выводит токсины и радионуклиды, ликвидирует витаминно-минеральную недостаточность, повышает иммунитет, способствует нормализации функций щитовидной железы, центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, улучшает пищеварительные и обменные процессы в организме.

В настоящее время в САФУ разрабатывается технология комплексной глубокой переработки морских водорослей и зеленой растительной массы, получаемой при переработке леса. Это позволит значительно расширить сырьевую базу для производства биоактивных препаратов. Результаты исследований используются для обоснования проекта реконструкции ОАО «Архангельский опытный водорослевый комбинат».

Важнейшими направлениями совместной инновационной деятельности САФУ и ОАО «Корпорация «Росхимзащита» являются подготовка и повышение квалификации кадров для

науки и производства в сфере создания биологически активных средств защиты на основе использования местного сырья [1, 2, 5–7] Арктики и Субарктики. В настоящее время разрабатывается программа обучения, в том числе в ходе проведения совместных научных исследований аспирантов и докторантов с привлечением студентов, а также при выполнении проектно-технологических работ по внедрению новой продукции и наращиванию объемов производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданович Н.И., Калинин О.А., Добеле Г.В. Предпиролиз древесного сырья в синтезе активных углей с NaOH // Лесн. журн. 2008. № 2. С. 117–122. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Богданович Н.И. Пиролиз технических лигнинов // Лесн. журн. 1998. № 2. С. 120–132. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Варфоломеев Ю.А., Гурьев А.Т., Алешко Р.А. Методические и технические аспекты космического мониторинга биоповреждения и усыхания еловых лесов // Лесн. журн. 2010. № 5. С. 149–156. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Варфоломеев Ю.А. Модернизация производства переработки еловой древесины с биоповреждениями // Лесн. журн. 2010. № 4. С. 142–147. (Изв. высш. учеб. заведений).
5. Комплексная химическая переработка древесины: Учеб. для ВУЗов / Н.И. Богданович [и др.]. 3-е изд., испр. и доп. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. 374 с.

6. Формирование пористой и надмолекулярной структуры активных углей в совмещенном процессе пиролиза-активации технических лигносульфонатов на Na-основании / Н.И. Богданович [и др.] // Лесн. журн. № 3. 1998. С. 153–166. (Изв. высш. учеб. заведений).

7. Формирование сорбционных и магнитных свойств ферромагнитных адсорбентов при пиролизе отходов переработки древесины в присутствии гидроксида железа (III) / Н.И. Богданович [и др.] // Лесн. журн. 1999. № 2-3. С. 142–150. (Изв. высш. учеб. заведений).

Yu.A. Varfolomeev, N.I. Bogdanovich, E.M. Bokova
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Integration of Innovation Activity on Development and Production of Protection Facilities against Industrial Accidents Consequences and Catastrophes in the Arctic and Subarctic with Use of Local Raw Resources

The analysis is carried out for peculiarities of innovation and subarctic territories development possessing raw resources for producing auxiliary products to be called for in the North conditions when creating protection facilities against emergency situations.

Keywords: active coals, ferromagnetic adsorbents, the Arctic, marine algae, biologically active substances.