

ISSN (Print)2616-6771
ISSN (Online) 2617-9962

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ сериясы

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY Series

Серия **ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

№2(131)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020
Nur-Sultan, 2020
Нур-Султан, 2020

Бас редакторы:

г.ғ.д., проф., **Джаналеева К.М.** Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Бас редактордың орынбасары **Тәшенов Ә.К.**, х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Бас редактордың орынбасары **Берденов Ж.Г.**, PhD Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Редакция алқасы

Айдарханова Г.С.	б.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Амерханова Ш.К.	х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Байсалова Г.Ж.	к.х.н., доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Бейсенова Р.Р.	б.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Бакибаев А.А.	х.ғ.д., проф., Томск Политехникалық Университеті, Томск, Ресей
Барышников Г.Я.	ғ.ғ.д., проф., Алтай Мемлекеттік Университеті, Барнаул, Ресей
Ян А. Вент	Хабилит. докторы, проф. Гдань Университеті, Гдань, Польша
Жакупова Ж.Е.	х.ғ.к., доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Досмағамбетова С.С.	х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Еркасов Р.Ш.	х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Жамангара А.К.	б.ғ.к., доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Иргебаева И.С.	х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Хуторянский В.В.	PhD, проф., Рендинг Университеті, Беркшир, Ұлыбритания
Копишев Э.Е.	х.ғ.к., доцент м.а., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Уәли А.С.	х.ғ.к., доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Масенов Қ.Б.	т.ғ.к., доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Мустафин Р.И.	PhD, доцент, Қазан Мемлекеттік Медициналық Университеті, Қазан, Ресей
Озгелдинова Ж.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Рахмадиева С.Б.	х.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Сапаров Қ.Т.,	ғ.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Саипов А.А.	п.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Саспугаева Г.Е.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шапекова Н.Л.	м.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шатрук М.	PhD, проф., Флорида Мемлекеттік Университеті, Талахасси, АҚШ
Атасой Е.	PhD, проф., Улудаг Университеті, Бурса, Түркия

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан, қ., Сәтбаев к-сі, 2,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_chem@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген А. Нұрболат

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы

Меншіктенуші: ҚР БҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.

№16997-ж тіркеу куәлігімен тіркелген. Тиражы: 20 дана. Басуға қол 16.06.20. қойылды.

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан, қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief

Dzhanaleyeva K.M. Doctor of Geographic Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief

Tashenov A.K., Doctor of Chemical Sciences, Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief

Berdenov Zh.G., PhD, L.N. Gumilyov ENU, Kazakhstan

Editorial board

Aydarkhanova G.S.

Doctor of Biological Sciences, Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Amerkhanova Sh. K.

Doctor Chemical Sciences, Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Baysalova G.Zh.

Can. of Chemical Sciences, Assoc.Prof., L.N.Gumilyov ENU., Nur-Sultan, Kazakhstan

Beysenova R.R.

Doctor of Biological Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Bakibayev A.A.

Doctor of Chemical Sciences, Prof., Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Baryshnikov G.Ya.

Doctor of Geographic Sciences, Prof., Altai State University, Barnaul, Russia

Jan A. Wendt

Dr.habil., Prof., Gdansk University, Poland

Dzhakupova Zh.E.

Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Dosmagambetova S.S.

Doctor of Chemical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Erkassov R.Sh.

Doctor of Chemical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Zhamangara A.K.

Can. of Biological Sciences, Assoc. Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Irgibayeva I.S.

Doctor Chemical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Khutoryanskiy V.V.

PhD, Prof., Universit, of Reading, Berkshire, Great Britain

Kopishev E.E.

Can. of Chemical Sciences, acting ass.prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Uali A.S.

Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Massenov K.B.

Can. of Technical Sciences, Assoc. Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Mustafin R.I.

PhD, Assoc.Prof., Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Ozgeldinova Zh.

PhD, L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Rakhmadiyeva S.B.

Doctor. of Chemical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Saparov K.T.,

Doctor of Geographic Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Saipov A.A.

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Saspugayeva G. E.

PhD, Assoc. Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Shapekova N.L.

Doctor of Medical Sciences, Prof., L.N.Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Shatruk M.

PhD, Prof., Florida State University, Tallahassee, USA

Atasoy E.

PhD, Prof., Uludag University, Bursa, Turkey

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_chem@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: A. Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16997-ж from 27.03.2018. Circulation: 20 copies. Signed for printing 16.06.20.

Address of Printing Office: 13/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bulchmed.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор

Джаналеева К.М. д.г.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора

Ташенов А.К., д.х.н, проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора

Берденов Ж.Г., PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

Айдарханова Г.С.

д.б.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Амерханова Ш.К.

д.х.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Байсалова Г.Ж.

к.х.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Бейсенова Р.Р.

д.б.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Бакибаев А.А.

д.х.н., проф., Томский Политехнический Университет, Томск, Россия

Барышников Г.Я.

д.г.н., проф., Алтайский Государственный Университет, Барнаул, Россия

Ян А.Вент

Хабилит. доктор Гданьский Университет, Гданьск, Польша

Джакупова Ж.Е.

к.х.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Досмагамбетова С.С.

д.х.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Еркасов Р.Ш.

д.х.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Жамангара А.К.

к.б.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Иргибаева И.С.

д.х.н., проф., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Хуторянский В.В.

PhD, проф. Университет, Реддинг Беркшир, Великобритания

Копишев Э.Е.

к.х.н., и.о. доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Уали А.С.

к.х.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Масенов К.Б.

к.т.н., доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Мустафин Р.И.

PhD, доцент, Казанский Государственный Медицинский Университет, Казань, Ресей

Озгелдинова Ж.

PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Рахмадиева С.Б.

д.х.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Сапаров Қ.Т.

д.г.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Саипов А.А.

д.п.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Саспугаева Г.Е.

PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Шапекова Н.Л.

д.м.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Шатрук М.

PhD, проф., Государственный Университет Флорида, Талахасси, США

Атасой Е.

PhD, проф., Университет Улутдаг, Бурса, Туркия

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402

Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_chem@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология.

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год. Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16997-ж от 27.03.2018г. Тираж: 20 экземпляров.

Подписано для печати 16.06.20.

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 13/1.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428).

Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

№2(131)/2020

ХИМИЯ

<i>Амерханова Ш.К., Шляпов Р.М., Уали А.С., Бельгибаева Д.С., Асадов М.М.</i> Влияние сильных электролитов на физико-химические и термодинамические свойства процессов комплексообразования ионов подгруппы железа	8
<i>Бакибаев А.А., Садвакасова М.Ж., Еркасов Р.Ш., Сорванов А.А., Атагулова А.Е.</i> Изучение влияния заместителей на смещение химических сдвигов N,N'-диарилмочевин в спектрах ядерного магнитного резонанса	18
<i>Белгибаева А.А., Еркасов Р.Ш., Курзина И.А., Каракчиева Н.И., Сачков В.И., Абзаев Ю.А.</i> Влияние микролегирования скандием на структуру сплавов на основе алюминидов титана	23
<i>Матаев М.М., Патрин Г.С., Сейтбекова К.Ж., Турсинова Ж.И.</i> Синтез и физико-химические характеристики фазы $Y_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$	31
<i>Нышанбек Т.Қ., Утжанова Ш.К., Жумагулова К.Ш., Кусенова Л.А., Жумабаева Г.К., Байсалова Г.Ж.</i> Исследование элементного состава растения <i>Sarrasis spinosa</i> рентгеноспектральным анализом	38
<i>Сабитова А.Н., Мусабаева Б.Х., Баяхметова Б.Б., Нургалиев Н.Н.</i> Определение тяжелых металлов из состава грибов	43
<i>Джакупова Ж.Е., Жатканбаева Ж.К., Мейрамкулова К.С., Бегалиева Р.С., Бейсембаева Л.К., Салихова М.Е.</i> Исследование свойств загустевания и способности полимера контролировать соотношение подвижностей воды и маслянистой фазы	51
<i>Судейменова Б.Ж., Шапи А.С., Бейсембаева К.А., Шах Д., Сарбасов Е.К.</i> Исследование твердых остатков при процессе пиролиза биомассы	58

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Абдулах С.</i> Экологическое образование на базе Национального парка Каздаги (гора Ида) в Турции	63
<i>Бекетова А.Т., Маханова Н.Б., Абыльдинов К.К., Есенова Ж.К., Берденов Ж.Г., Александру И.</i> Анализ данных дистанционного зондирования Земли при изучении и картографировании природной среды	68
<i>Бақтыбектев К.С., Кабжанова Г.Р., Айымбетов А.А., Алибаева М.Т.</i> Использование данных ДЗЗ для мониторинга уровня плодородия почв	78
<i>Исмагулова С.М., Дунец А.Н., Дмитриев П.С., Еремин А.А., Джаналеева К.М.</i> Оценка миграционной ситуации Северо-Казахстанской области	85
<i>Шамшиеденова С.С., Бейсенова Р.Р.</i> Комплексная оценка качества подземных вод в осенний сезон года в сельской местности Карагандинской области в окрестностях реки Нура	96

Б.Ж. Сулейменова^{1,3}, **А.С. Шапи**^{1,2}, **К.А. Бейсембаева**², **Д. Шах**³,
Е.К. Сарбасов^{1,3}

¹ *National Laboratory Astana, Лаборатория зеленой энергетики и экологии, Нур-Султан, Казахстан*

² *Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

³ *Назарбаев Университет, Нур-Султан, Казахстан*

(E-mail: ^{1,3} botakoz.suleimenova@nu.edu.kz, ^{1,2} shapiaigerim@gmail.com,

² beisembaeva64@mail.ru, ³ dhawal.shah@nu.edu.kz, ^{1,3} ysarbassov@nu.edu.kz)

Исследование твердых остатков при процессе пиролиза биомассы

Аннотация: Пиролиз биомассы широко используется для получения альтернативной энергии, топлива и химического сырья. В данной научной статье был исследован твердый остаток при процессе пиролиза биомассы. В качестве сырья были использованы такие виды отходов, как опилки дерева и сосны. Пиролиз был проведен при температуре 500 °С и 800 °С градусов в инертной среде с расходом газа около 1 л/мин. Характеристики твердого остатка были определены посредством проведения технического анализа. Рельеф поверхности образцов был изучен с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Для обнаружения функциональных групп твердого остатка применяли метод инфракрасной - Фурье спектроскопии (ИК-Фурье). Результаты экспериментов подвергались анализу, сделаны выводы о химических и физических свойствах твердого остатка. Данное исследование продолжается.

Ключевые слова: пиролиз биомассы, утилизация биомассы, биоуголь, альтернативный источник энергии, рациональное использование природных ресурсов.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2020-131-2-58-62>

Введение. Биомасса является широкодоступным, а главное, возобновляемым источником энергии, которую можно использовать для разработки новых материалов. Одним из таких материалов является биоуголь или твердый остаток, полученный в результате процесса пиролиза. Твердый остаток - это комплексное соединение, в составе которого в основном содержатся углеродсодержащие соединения [1]. Биоуголь также может быть утилизирован и использован в качестве адсорбента углекислого газа. Важным отличием между биомассой и твердым остатком является пористость, площадь поверхности, структура пор и физико-химические свойства, такие как элементный анализ и состав биоугля [1]. Например, в научной статье [2] были исследованы рисовая шелуха и эвкалипт, и был сделан вывод, что в результате термической обработки в биоугле появляются микропоры, которые способствуют развитию пористости в твердых остатках. За последние годы было выполнено значительное количество исследований по пиролизу биомассы, и получена подробная информация о физико-химических свойствах биоугля. В научных работах также были исследованы лигнин [3], опилки деревьев ива и мискантус [4], а также пустые гроздья персиковой пальмы [5]. Также для сравнения характеристик были добавлены технический и элементный анализ экибастузского угля.

Целью данного исследования является изучение состава и структуры поверхности золы опилок сосны и дальнейшее его применение.

Экспериментальная часть. Исследование проводилось в горизонтальном кварцевом трубчатом реакторе, который изображен на рисунке 1 [6]. Реактор нагревался до 500 °С и 800 °С, время нагрева реактора составляло 24 и 40 минут соответственно. Диаметр кварцевой трубки - 30 мм, длина - 485 мм. В ходе экспериментальной работы был проведен пиролиз биомассы с весом 5 г. Расход газа составлял 1 л/мин для того чтобы получить от 3 до 5 секундную выдержку газа через нагретую зону. При нагревании установки газообразные продукты реакции поступают в газовый приемник, заполненный 100 мл изопропилового спирта, где осаждаются жидкие фракции, образуя смолу. Образовавшуюся смолу подвергают

испарению с целью очистки от изопропилового спирта. Полученную смолу (жидкий остаток) и твердый остаток взвешивают. Условия эксперимента показаны в Таблице 1.

Таблица 1 - Условия эксперимента для пиролиза

Параметры эксперимента	Эксперимент 1	Эксперимент 2
Температура, °С	500	800
Среда	N ₂	N ₂
Расход газа, л/мин	1	1
Время пиролиза, мин	30	20



Рисунок 1 – Горизонтальный кварцевый трубчатый реактор [6]

Технические характеристики, такие как влажность, летучесть, зольность и фиксированный углерод, были определены по стандарту ASTM D1762-84. Элементный состав опилок сосны анализировался с использованием элементного анализатора типа Elementar. Данные приведены в Таблице 2.

Таблица 2 - Элементный состав опилок сосны

Технические характеристики					
%	Влажность	Зольность	Летучесть	Углерод	
Опилки сосны	5,27	84,01	0,12	10,59	
Элементный анализ					
Сухая зольная основа	C(%)	H(%)	N(%)	S(%)	O(%)
Опилки сосны	50,112	6,0314	0,812	0,1492	42,8954

Рельеф поверхности, предварительный химический состав, а также структура приповерхностных слоев были изучены с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). ИК-Фурье был использован для исследования функциональных групп в образцах.

Результаты и обсуждение. В результате пиролиза были получены твердые, жидкие и газообразные остатки биомассы. Массовый баланс продуктов реакции приведены в Таблице 3.

Таблица 3 - Массовый баланс продуктов реакции

Образец	Температура	Твердый остаток		Жидкий остаток		Газ
		масса	%	масса	%	
Древесина	500	1,20	24,05	1,02	20,26	45,19
	800	1,54	30,75	1,34	26,78	52,96

Было обнаружено, что при увеличении температуры массовая доля газообразных продуктов повышается. Основной целью использования ИК-Фурье спектроскопии было обнаружение наличия аминогрупп в образцах. Так как содержание азотсодержащих групп на поверхности твердого остатка способствует задержанию углекислого газа, есть потенциал использования

твердого остатка биомассы в качестве адсорбента в промышленности. Но результаты ИК-Фурье показали наличие ароматических связей С-Н, и только.

Для рассмотрения разницы структуры начального и конечного образца были сделаны СЭМ-изображения. На рисунке 2а изображена древесина с плотно лигноцеллюлозной структурой, когда как на рисунках 2б и 2в видно разрушение данной структуры. Сравнивая СЭМ-изображения начальной биомассы от конечного продукта, а именно, твердого остатка, можно наблюдать образование микропор. Также наблюдалось образование микропор в больших степенях в образцах, полученных при высокой температуре.

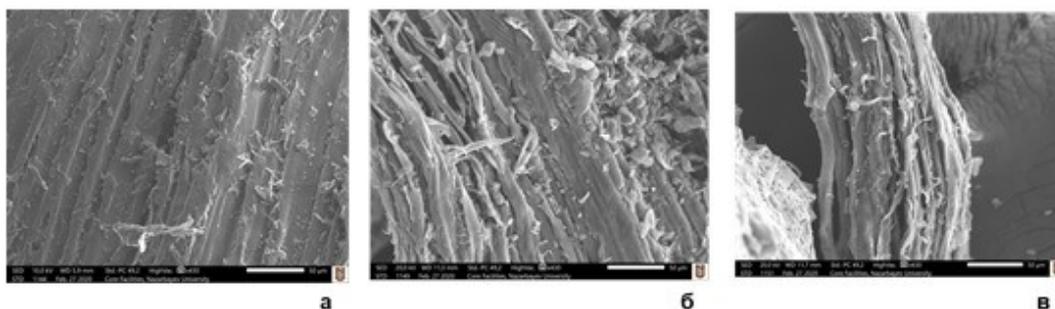


Рисунок 2 – СЭМ -изображения твердого остатка при: а) древесина; б) при 500 ° С; в) при 800 ° С

Как показали результаты энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДРС), концентрация углерода составляла 49.97%, 80.56% и 98.30% в древесине и в образцах при 500 и 800 ° С, соответственно.

Для сравнения технических характеристик и элементного состава древесины был выбран экибастузский уголь, а данные представлены в таблице 4. Летучесть опилок сосны составляет 84,01, а угля - 19,94, значит, при термическом разложении древесина быстрее переходит в газообразное состояние по сравнению с углем. Показатель содержания воды в древесине равен 5,27, когда содержание воды в угле в 4 раза меньше влажности древесины и составляет 1,31. Зольность опилок дерева сосны низкая 0,12, а угля - высокая, 38,54, что обуславливается высокой концентрацией минеральных примесей в образцах угля.

Таблица 4 - Технические характеристики и элементный анализ Экибастузского угля [6]

Технические характеристики					
%	Влажность	Зольность	Летучесть	Углерод	
Уголь	1,31	19,94	38,54	40,21	
Элементный анализ					
Сухая зольная основа	С(%)	Н(%)	Н(%)	С(%)	О (%)
Уголь	77,82	5,03	2,22	1,04	13,89

Вывод. В данной статье был исследован твердый остаток биомассы, полученный в результате процесса пиролиза при 500 и 800 ° С, и сделаны следующие выводы:

1. Древесина имеет низкие значения зольности и влажности, что приводит к быстрому термическому разложению биомассы.
2. Образцы биомассы были охарактеризованы посредством инфракрасной-Фурье спектроскопией, вследствие чего были выявлены ароматические связи в области 710-900 мкм.
3. СЭМ -изображения опилок показали плотную лигноцеллюлозную структуру, однако в результате пиролиза эта структура постепенно разрушается.

4. Анализ энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭРДС) показал значительную разницу в массовых долях элементов древесины и твердого остатка биомассы.
5. Технические характеристики и элементный состав древесины и угля разные, что свидетельствует о разности физико-химических свойств.

Данное исследование продолжается.

Признательность. Данная работа выполнена при поддержке Назарбаев Университета (НУ), проект № 3-2020 / 003-2020, «Разработка технологии сжигания и уничтожения твердых бытовых отходов (ТБО) в г. Астана (Казахстан) и исследование влияния примеси ТБО в угле на реакционную способность в процессах сжигания и газификации в установке циркулирующего кипящего слоя», а также проект SOE2019011, «Сжигание низкосортного угля и биомассы в топках с псевдоожиженным слоем в условиях горения в воздухе и в кислородной среде: экспериментальные опыты с разработкой модели технологического процесса».

Список литературы

- 1 Apaydin-Varol E., Putun A. Preparation and characterization of pyrolytic chars from different biomass samples // J. Anal. Appl. Pyrolysis. -2012. -V.98. -p.29-36.
- 2 Guerrero M., Ruiz M., Millera A., Alzueta M., Bilbao R. Characterization of biomass chars formed under different devolatilization conditions: Differences between rice husk and Eucalyptus // Energy and Fuels. -2008. -V.22. -№2. -p.1275-1284.
- 3 Sharma R., Wooten J., Baliga V., Lin X., Chan G., Hajaligol M. Characterization of chars from pyrolysis of lignin // Fuel. -2004. -V. 83. -№11-12. -p.1469-1482.
- 4 Kwapinski W., Byrne C., Kryachko E., Wolfram P., Adley C., Leahy J., Novotny E., Hayes M. Biochar from biomass and waste // Waste and Biomass Valorization. -2010. -V.1. -p.177-189.
- 5 Sukiran M., Loh S., Bakar N., May C. Production and characterization of bio-char from the pyrolysis of empty fruit bunches // American Journal of Applied Sciences. -2011. -V.8. -№10. -p.984-988.
- 6 Tokmurzin D., Aiyumbetov B., Abylkhani B., Yagofarova A., Sarbassov Y., Inglezakis V., Venetis C., Pouloupoulos S. Fixed-bed gasification and pyrolysis of organic fraction of MSW blended with coal samples // Chem. Eng. Trans. -2019. -V. 72. -p.163-168.

Сулейменова Б.Ж.^{1,3}, Шапи Э.С.^{1,2}, Бейсембаева К.А.², Шах Д.³, Сарбасов Е.К.^{1,3}
^{1,3} National Laboratory Astana, Жасыл Энергетика және Экология Зертханасы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
² Л.Н.Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
³ Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Биомасса пиролизі нәтижесінде алынған қатты қалдықтарды зерттеу

Аннотация. Биомассаның пиролизі баламалы энергия, отын және химиялық шикізат алу үшін кеңінен қолданылады. Бұл ғылыми мақалада биомассаның пиролиз процесінің қатты қалдығы зерттелді. Шикізат ретінде қарағай ағашының үгіндісі қолданылды. Пиролиз азот ағынында 1 л/мин, 500 оС және 800 оС градуста өткізілді. Үлгі бетінің рельефі сканерлеуші электронды микроскоппен (СЭМ) зерттелінді. Қатты қалдықтың функционалдық топтарын анықтау үшін инфрақызыл - Фурье спектроскопия (ИК-Фурье) әдісі қолданылды. Осы эксперименттерден алынған нәтижелер талданып, қатты қалдықтың химиялық және физикалық қасиеттері туралы қорытынды жасалды. Бұл зерттеу одан әрі зерттеу сатысында.

Түйін сөздер: биомассаның пиролизі, биомассаны кәдеге жарату, биокөмір, балама энергия көздері, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануы.

Suleimenova B.Zh.^{1,3}, Shapi A.S.^{1,2}, Beisembaeva K.A.², Shah D.³, Sarbassov E.K.^{1,3}
^{1,3} National Laboratory Nur-Sultan, Laboratory of Green Energy and Environment, Nur-Sultan, Kazakhstan
² L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

The study of solid residues after biomass pyrolysis

Abstract. Biomass pyrolysis is commonly used to produce alternative energy, fuel and chemical raw materials. In this scientific article was investigated the solid residue of the biomass pyrolysis process. Sawdust of pine tree was used as raw material. Pyrolysis was carried out at 500 oC and 800 oC degrees in a nitrogen stream of 1 l / min. Indicators of the solid residue characteristics were identified by conducting a technical analysis. The surface topography of each obtained sample was examined by a scanning electron microscope (SEM). Detection of the functional groups of the solid residue was accomplished by the method of infrared - Fourier spectroscopy (IR-Fourier). The experimental results were analyzed including chemical and physical properties of the solid residue. The given study is still under thorough investigation.

Keywords. biomass pyrolysis, utilization of biomass, bio char, alternative energy resource, rational usage of natural resources.

References

- 1 Apaydin-Varol E., Putun A. Preparation and characterization of pyrolytic chars from different biomass samples , J. Anal. Appl. Pyrolysis, 98, 29-36 (2012).
- 2 Guerrero M., Ruiz M., Millera A., Alzueta M., Bilbao R. Characterization of biomass chars formed under different devolatilization conditions: Differences between rice husk and Eucalyptus, Energy and Fuels, 22 (2), 1275-1284 (2008).
- 3 Sharma R., Wooten J., Baliga V., Lin X., Chan G., Hajaligol M. Characterization of chars from pyrolysis of lignin, Fuel, 83 (11-12), 1459-1482 (2004).
- 4 Kwapinski W., Byrne C., Kryachko E., Wolfram P., Adley C., Leahy J., Novotny E., Hayes M. Biochar from biomass and waste, Waste and Biomass Valorization, 1, 177-189 (2010).
- 5 Sukiran M., Loh S., Bakar N., May C. Production and characterization of bio-char from the pyrolysis of empty fruit bunches, American Journal of Applied Sciences, 8 (10), 984-988 (2011).
- 6 Tokmurzin D., Aiyymbetov B., Abylkhani B., Yagofarova A., Sarbassov Y., Inglezakis V., Venetis C., Pouloupoulos S. Fixed-bed gasification and pyrolysis of organic fraction of MSW blended with coal samples, Chem. Eng. Trans., 72, 163-168 (2019).

Сведения об авторах:

Шапи А.С.- студент 4-го курса факультета естественных наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Сулейменова Б.Ж. - научный сотрудник школы инженерии и цифровых наук и NLA, Назарбаев университет, ул. Кабанбай батыра, 53, Нур-Султан, Казахстан.

Бейсенбаева К.А.- кандидат химических наук, доцент кафедры химии, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Шах Д.- ассоциированный профессор школы инженерии и цифровых наук, Назарбаев университет, ул. Кабанбай батыра, 53, Нур-Султан, Казахстан.

Сарбасов Е.К.- PhD, постдокторант школы инженерии и цифровых наук, Назарбаев университет, ул. Кабанбай батыра, 53, Нур-Султан, Казахстан.

Shapi A.S.- 4th year bachelor student of the specialty chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Suleimenova B.Zh.-Researcher, School of Engineering and Digital Sciences and NLA, Nazarbayev University, Kabanbay batyr str., 53, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Beisembayeva K.A.- Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Shah D.- Associate Professor, School of Engineering and Digital Sciences and NLA, Nazarbayev University, Kabanbay batyr str., 53, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Sarbassov E.K. - PhD student at School of Engineering and Digital Sciences and NLA, Nazarbayev University, Kabanbay batyr str., 53, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 21.05.2020