

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ / BRIEF COMMUNICATION

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.75.05

DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-189-192

КАТАЛИЗ И ЕГО РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

© И.А. Козлов\*, Р.М. Гарипов\*\*

\*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского

Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

\*\*ООО «ЛУКОЙЛ-АЭРО-Челябинск»

Российская Федерация, 454133, г. Челябинск, Аэропорт

*Потенциальные возможности растительной биомассы как источника возобновляемого энергетического, биологического и химического сырья используются неэффективно. Это связано с тем, что существующие процессы химической переработки биомассы по эффективности значительно уступают нефтехимическим процессам, в большинстве своем каталитическим. Синтезирован новый промышленный катализатор, который используется в процессах глубокой комплексной переработки растительной биомассы и ее отходов. Предложена комплексная экологически сбалансированная технология, включающая каталитические процессы получения целлюлозы как гражданского, так и двойного назначения, утилизации лигносодержащих отходов в ценные органические продукты. При этом достигается снижение вредных газовых серосодержащих выбросов в атмосферу до 75%.*

*Ключевые слова: катализ, экология, древесная биомасса, растительная биомасса, глубокая переработка, нитроцеллюлоза, импортозамещение, утилизация отходов.*

**Формат цитирования:** Козлов И.А., Гарипов Р.М. Катализ и его роль в процессах глубокой переработки растительной биомассы // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7, N 1. С. 189–192. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-189-192

CATALYSIS AND ITS IMPACT IN THE PROCESSES OF DEEP PROCESSING OF PLANT BIOMASS

I.A. Kozlov\*, R.M. Garipov\*\*

\*Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

\*\*LLC «LUKOIL-AERO-Chelyabinsk»

Airport Chelyabinsk, 454133, Russian Federation

The potential of plant biomass as source of renewable energy, biological, and chemical feedstock is used inefficiently. This is due to the fact that existing processes of biomass chemical treatment are inferior in efficiency to petrochemical processes being catalytic for the most part. A new industrial catalyst to use for deep complex processing of plant biomass and its waste has been developed. Integrated environmentally sustainable technology, including catalytic processes for the production of pulps both civil and dual use, recycling lignocellulosic waste into valuable organic products is proposed. The new technology allows reduce the harmful gas sulfur emissions up to 75%.

*Keywords: catalysis, ecology, ecosystem, wood biomass, plant biomass, deep processing (recycling), utilization (recycling) of wastes*

**For citation:** Kozlov I.A., Garipov R.M. Catalysis and its impact in the processes of deep processing of plant biomass. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2017, vol. 7, no 1, pp. 189–192. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-189-192 (in Russian)

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для химических целей используется лишь незначительная часть растительной биомассы. Департамент энергии США определил 10 самых востребованных продуктов, которые промышленность будет производить из биомассы: этанол, фураны, глицерин и его производные, углеводороды (компоненты моторных топлив), молочная кислота, янтарная кислота, оксипропионовая кислота и ее альдегид, левулиновая кислота, сорбит, ксилит и ароматические оксиальдегиды. Та страна, которая первой осуществит переход на альтернативные возобновляемые источники химического сырья и энергии, будет иметь решающие экономические и стратегические преимущества.

Цель исследования – разработка комплексной каталитической технологии переработки растительной биомассы и ее отходов.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Синтезирован новый отечественный промышленный катализатор, который позволяет интенсифицировать и углубить процесс щелочного гидролиза растительной биомассы и ее отходов. Доказано, что по эффективности каталитического действия отечественный ка-

тализатор не уступает зарубежным аналогам антрахинон и динатриевая соль 1, 4-дигидро-9, 10-дигидрокси-антрацена (ДДА), а по себестоимости – значительно ниже [1, 2]. Предложена схема комплексной переработки растительной биомассы (рисунок).

Разработаны уникальные каталитические экологически сбалансированные технические и технологические решения, которые позволяют не только повысить качество получаемой целлюлозы (базового многотоннажного продукта), но и регулируя условия протекания каталитического процесса получать продукт с заданными конечными свойствами. В зависимости от заданных условий каталитического процесса возможно получение целлюлозы как гражданского назначения, так и целлюлозы, которая идет на переработку в продукты двойного назначения. Развитие артиллерийского вооружения на сегодняшний день является одной из приоритетных задач оборонной промышленности на сегодня. Эффективность боевого применения артиллерийских, танковых, морских и авиационных систем зависит от качества порохов, составной частью которых являются нитраты целлюлозы (НЦ). В настоящее время Российская Федерация не имеет собственных источников хлопкового сырья. Перед исследо-



Схема комплексной переработки растительной биомассы

Показатели качества целлюлозы при градусе размола 62 °ШР

Способ получения целлюлозы	Содержание Полифенолов, ед. Каппа	Разрывная длина, м	Степень полимеризации	Сопротивление продавливанию, кПа	Сопротивление излому, ч. дв. перегибов	Сопротивление раздиранию, мН
Сульфатный	38,0	11400	1500	640	1600	1100
Катализатор ДДА	33,0	11300	1200	608	1500	1055
Новый катализатор	31,0	11500	1700	655	1700	1300

вателями стоит стратегическая задача – ликвидация зависимости РФ от поставок импортного хлопкового сырья. Для сырьевого обеспечения пороховых производств разрабатываются наукоемкие технологии, которые в качестве источника целлюлозы в первую очередь рассматривают отечественное традиционное сырье – хвойную, лиственную древесину, а также однолетние растения (лубяные культуры). Именно комплексное использование всех видов отечественного возобновляемого сырья позволит оборонной промышленности выпускать всю номенклатуру продукции специального назначения и существенно снизить ее себестоимость.

Кроме того, разработанные технологии позволяют уменьшить токсичные серосодержащие выбросы в атмосферу в сфере влияния целлюлозно-бумажных предприятий, расширить глубину переработки и ассортимент ценных органических соединений за счет вовлечения в переработку отходов производства (черных отработанных щелоков и лигносодержащих отходов лесохимического комплекса). Результаты качественных характеристик получаемой целлюлозы представлены в таблице.

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что применение катализатора снижает содержание в промышленных газовых выбросах метилмеркаптана до 47%, сероводорода – до 75%, диметилсульфида – до 9,6%, диметилдисульфид – до 68%.

Следующей стадией в процессе комплексной переработки биомассы является процесс каталитического окисления полифенолов, перешедших в черный отработанный щелок, который позволяет получить ряд ценных органических продуктов, таких как ароматические оксиальдегиды. Ароматические окси-

альдегиды находят широкое применение в медицинской, пищевой, парфюмерной промышленности. Метод отличается экологической чистотой и экономической целесообразностью благодаря использованию отходов производств и отсутствию токсичных стоков и вредных газовых выбросов. Щелочное окисление полифенолов на сегодняшний день является наиболее селективным вариантом деполимеризации природного полимера до ароматических альдегидов. Эффективность процесса увеличивается путем применения гомогенных катализаторов. При каталитическом окислении выход ароматических альдегидов повышается как на выделенных, так и на связанных (в исходной древесной биомассе) образцах (препаратах) полифенолов на 5,0% (сырье – лигносульфонаты), 6,1–10,4% (сырье – *Pinus sylvestris* или *Populus tremula*). Столь высокие результаты селективной деполимеризации полифенолов объясняются протеканием реакций сопряженного окисления. Экспериментально доказано, что катализаторы щелочного гидролиза древесной биомассы обнаруживают свою каталитическую активность и в процессах селективной деполимеризации полифенолов до ароматических оксиальдегидов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, технология комплексной каталитической переработки возобновляемого органического сырья – растительной биомассы и ее отходов – позволяет увеличить глубину переработки и расширить номенклатуру ценных органических продуктов, что увеличивает уровень рентабельности и экологической безопасности деревоперерабатывающих и лесохимических производств.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлов И.А. Развитие фундаментальных основ в области каталитической переработки альтернативных (не нефтяных) источников сырья и энергии // Докл. междунар. науч.-техн. конф. «50 лет химмотологии. Основные итоги и направления развития». М., 2014. С. 104–106.

2. Козлов И.А., Ротарь В.К., Гиренко Р.Н. Энергобезопасность. Развитие альтернативной энергетики в России // Докл. 1-го Всероссийского форума технологического лидерства России «ТЕХНОДОКТРИНА-2014. Технологическое развитие России: ключевые проблемы и решения». М., 2014. С. 94–98.

**REFERENCES**

1. Kozlov I.A. Razvitie fundamental'nykh osnov v oblasti kataliticheskoi pererabotki al'ternativnykh (ne neftyanykh) istochnikov syr'ya i energii [Development of the fundamentals in the field of catalytic processing of alternative (non-oil) sources of raw materials and energy]. *Doklady mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «50 let khimotologii. Osnovnye itogi i napravleniya razvitiya»* [Proc. Int. Sci. Techn. Conf. «50th anniversary of chemotology. The main results and directions of development»]. Moscow, 2014, pp. 104–106.

2. Kozlov I.A., Rotar V.K., Girenko R.N. Energobezopasnost'. Razvitie al'ternativnoi energetiki v Rossii [Energy efficiency. The development of alternative energy in Russia]. *Doklady 1 Vserossiiskogo foruma tekhnologicheskogo liderstva Rossii «TEKHNODOKTRINA-2014. Tekhnologicheskoe razvitie Rossii: klyuchevye problemy i resheniya»*. [Proc. 1st Forum of technological leadership of Russia «TECHNOMACHINE-2014. Technological development of Russia: key problems and solutions»]. Moscow, 2014, pp. 94–98.

**Критерии авторства**

Козлов И.А., Гарипов Р.М. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Козлов И.А., Гарипов Р.М. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

**Contribution**

Kozlov I.A., Garipov R.M. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Kozlov I.A., Garipov R.M. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Принадлежность к организации**

**Игорь А. Козлов**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского  
Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23  
megaharry@list.ru

**AUTHORS' INDEX**

**Affiliations**

**Igor A. Kozlov**

Lobachevsky State University  
of Nizhny Novgorod  
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950  
Nizhny Novgorod, Russian Federation  
megaharry@list.ru

**Ренат М. Гарипов**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского  
Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23  
ООО «ЛУКОЙЛ-АЭРО-Челябинск»  
Российская Федерация, 454133, г. Челябинск, Аэропорт  
megaharry@list.ru

**Renat M. Garipov**

Lobachevsky State University  
of Nizhny Novgorod  
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950  
Nizhny Novgorod, Russian Federation  
LLC «LUKOIL-AERO-Chelyabinsk»  
Airport Chelyabinsk, 454133, Russian Federation  
megaharry@list.ru

**Поступила 13.02.2017**

**Received 13.02.2017**