

Развитие малотоннажной углехимии на основе инноваций в Республике Тыва

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-40-43>

КУЛИКОВА М.П.

Канд. хим. наук, доцент,
старший научный сотрудник
ТувИКОПР СО РАН,
667007, г. Кызыл, Россия,
e-mail: mpkulikova@mail.ru

БАЛАКИНА Г.Ф.

Доктор экон. наук,
заместитель директора по научной работе
ТувИКОПР СО РАН,
667007, г. Кызыл, Россия,
e-mail: balakina.gal@yandex.ru

В статье рассматриваются результаты исследований углей Тувы: предлагаемые технологии переработки с получением продуктов (бездымное топливо, полукокс, кокс, углеродные сорбенты, углеродный поглотитель жесткого излучения). Приводится перечень инновационных разработок ученых Сибири по переработке угля и отходов добычи, которые могут быть использованы для создания новых производств на базе малых и средних предприятий. Предлагается структура комплекса инновационных предприятий по производству малотоннажной продукции на основе углепереработки в Республике Тыва. Формулируется вывод о целесообразности развития в регионе малых и средних инновационных предприятий на основе углеперерабатывающих производств, что позволит увеличить темпы и объем валового регионального продукта, снизить уровень безработицы за счет роста числа рабочих мест, повысить инновационную активность предприятий региона, нивелировать экологические риски.

Ключевые слова: малотоннажная химия, Республика Тыва, переработка угля, инновационные технологии.

Для цитирования: Куликова М.П., Балакина Г.Ф. Развитие малотоннажной углехимии на основе инноваций в Республике Тыва // Уголь. 2021. № 6. С. 40-43. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-40-43.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Тыва – регион Восточной Сибири, для социально-экономических процессов которого характерны: положительный естественный прирост населения, отставание параметров социальной инфраструктуры и душевых доходов от средних по стране, высокий уровень безработицы и дотационности регионального бюджета. В то же время республика располагает значительными запасами минеральных ресурсов, в частности, углеводородного сырья. Одним из перспективных направлений развития экономики может стать развитие малотоннажных химических производств, отличительной чертой которых является то, что малые объемы выпуска продукции (10-50 тыс. т в год) компенсируются высокой добавленной стоимостью продукта (5-10 дол. США за 1 кг), тогда как объем продукции крупнотоннажной химии составляет более 150 тыс. т в год при стоимости 0,5-1,5 дол. США за 1 кг. [1]. Факторами эффективного развития малотоннажной химии в Республике Тыва являются: формирование углепромышленной территории на базе запасов каменного угля, превышающих 10 млрд т [2]; наличие инновационных разработок по переработке углей у ученых Тывы и научных институтов Сибири (Красноярска, Кемерово, Новосибирска); неразвитость транспортной системы, отсутствие железной дороги в Тыву, сдерживающее развитие крупномасштабной углепереработки. Производство базовых малотоннажных и среднетоннажных продуктов может стать драйвером для развития химической продукции более глубоких переделов.

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ

Для регионов, традиционно использующих в качестве энергоносителей угли, основной социально-экономической задачей являются разработка и внедрение технологий их переработки. Результаты стоимостной оценки освоения Элегестского (годовой объем добычи $V_{\text{год}} - 11,2$ млн т) и Межегейского ($V_{\text{год}} - 21,5$ млн т) месторождений каменных углей свидетельствуют о колоссальных возможностях для развития угольной промышленности Тувы в перспективе. Согласно расчетам, при инвестициях 56,7 млрд руб. в освоение Элегестского месторождения внутренняя норма доходности на вложенный капитал составляет 27,1% при сроке окупаемости капитальных вложений 10 лет. Для Межегейского месторождения при

капитальных вложениях 48,6 млрд руб. дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений составляет 9,7 года, внутренняя норма доходности – 25,4% [3]. Проведена технологическо-экономическая оценка целесообразности строительства завода по переработке 420 тыс. т каменных углей марки ГГ, ГЖ Каа-Хемского месторождения по технологии «Цеоформинг» с получением 80 тыс. т неэтилированных автомобильных бензинов АИ-80, АИ-92; авиационных керосинов – 20 тыс. т [4].

Проект не осуществился в связи с недостаточными инвестициями и высокими ценами на оборудование и пусконаладочные работы компании «Лурги». В ТувИКОПР СО РАН разработаны технологии и оборудование для высокоэффективной переработки каменных углей тувинского региона с целью получения ценных продуктов и компонентов (экспериментальная установка непрерывного пиролиза в термически нагруженном слое, установка пиролиза углей экструзивного типа), получены авторские свидетельства и патенты. Пиролиз в управляемых условиях позволяет производить различные материалы: бездымное топливо, полукок, кокс, углеродные сорбенты, углеродный поглотитель жесткого излучения и др. [5, 6]. Так, при обработке фракции (0,2-2,0 мм) каа-хемского угля в кипящем слое парокислородной смесью до 800°C можно получать порошкообразные углеродные материалы с характеристиками, близкими промышленным адсорбентам. Сравнительные характеристики адсорбентов приведены в таблице [7].

При исследовании воздействия ионизирующего излучения на образцы угля установлено, что радиационная обработка угля приводит к росту окисленной и асфальтеновой фракции в экстрактах. Выявлено, что углеродные материалы, полученные пиролизом каа-хемского угля, обладают радиационно-защитными свойствами: поглощают не менее 98-99% жесткого β , γ -излучения и снижают величину остаточной радиации до уровня 0,6-0,3 мкРзв/ч. Полукок, полученный из каа-хемских углей, можно использовать в качестве консервирующей матрицы и сорбционно-барьера при захоронении радиоактивных отходов [8].

Разработаны технологии получения высокоэффективных материалов различного назначения на основе отходов угледобычи, а также отвалов, некондиционных руд, шламов горно-обогажительных комбинатов «Тува асбест» и «Тува кобальт». На предприятии «Тува асбест» скопилось более 200 млн т отходов асбестового производства, содержащих до 80% оксидов кремния и магния. Около 1558,5 тыс. т шламовых продуктов с высоким содержанием мышьяка (2,2-5,2%), содержащих кобальт в количестве 0,122%, никель – 0,125%, медь – 0,116%, висмут – 160 г/т,

серебро 65,1 г/т, образовалось в результате гидрометаллургического передела на комбинате «Тува кобальт» [7]. Из 1 т отходов асбестового производства можно получить 350-400 кг SiO_2 с чистотой 99%, 350 кг MgO, 80 кг оксидов железа [7].

В отвалах угледобывающих предприятий региона накоплено более 300 млн т вскрышных пород (песчаники, аргиллиты, глиежи и др.), которые занимают более 500 га земель и являются перспективным сырьем для производства стеновых материалов (тяжелый бетон, легкий газобетон), теплоизоляционных материалов и вяжущих веществ [9]. Основными направлениями развития малотоннажной химии в Туве могут стать:

- разработка и производство конкурентоспособных углеродных материалов для металлургии, адсорбентов, катализаторов [10, 11], специальных волокон и композитов [12] для изделий оборонно-промышленного комплекса;
- переработка ценных некондиционных руд, шламов для извлечения благородных и цветных металлов, получения сульфида мышьяка и др.;
- производство высокочистого оксида кремния (многоцелевой материал для получения неразрушающих озоновый слой производных фтора, оптоволокна, полупроводников и др.) и магния;
- производство перспективных видов строительных материалов (адсорбенты для осветления различных сред, компоненты для производства керамических изделий, минеральные добавки для вяжущих веществ и др.).

При комплексной переработке и утилизации техногенных отходов и отвалов улучшится экологическая обстановка территорий их складирования, а также возможна организация производств ценных химических продуктов с добавленной стоимостью. Малотоннажные химические продукты обеспечат устойчивое развитие производства новых материалов.

МАЛОТОННАЖНАЯ УГЛЕХИМИЯ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Обосновано создание углехимического комплекса на базе Элегестского месторождения с постепенным переходом на глубокую переработку угля с получением моторных топлив, химических веществ и других ценных продуктов. Организационной формой создания малотоннажных производств могут стать малые и средние предприятия (МСП). Проведены расчеты технико-экономических показателей создания угольно-технологического комплекса на базе Элегестского угольного месторождения. Планируемая проектная мощность продукции составляет: обогащенный концентрат угля марок Г, ГЖ – 13,5 млн т в год;

Сравнительные характеристики адсорбентов

Показатели	Углеродные материалы из каа-хемских углей	Адсорбенты
Удельная поверхность, $S_{\text{БЕТ}}$ м ² /г	600	АГ-3, АР-2
Площадь поверхности мезо-, макропор, м ²	200	АГ-3, АР-2
Предельный объем сорбционного пространства, V, см ³ /г	0,2-0,3	АГ-3, АР-2
Сорбционная активность по йоду, мг/г	40-70	АГ-3, КАД-2
Сорбционная емкость по фенолу, мг/г	120-150	АГ-3, КАД-2
Истинная плотность, г/см ³	1,4-1,8	–
Кажущаяся плотность, г/см ³	0,9	–

пропан-бутановая смесь (сжиженный газ) – 59,4 тыс. т в год; технический водород – 41,3 млн куб. м в год [13]. Здесь на начальном этапе могут работать МСП.

В целом малые и средние предприятия в России создают 20% продукции, что ниже, чем в Бразилии (25%), Турции (35%) и США (42%). Вопрос о влиянии размеров компании на восприимчивость к инновациям продолжает оставаться дискуссионным в научной литературе [14]. Поскольку в Туве в реальном секторе экономики функционируют в основном малые и средние предприятия, то развитие малого и среднего инновационного бизнеса является важнейшим приоритетом развития углехимического комплекса республики. Малые инновационные предприятия в области малотоннажной химии можно рассматривать как инструмент, средство реализации научно-исследовательских разработок.

Комплекс инновационных предприятий по производству малотоннажной продукции на основе углепереработки может состоять из:

- предприятий, организованных на базе патентов, лицензий и других нематериальных активов;
- консалтинговых фирм [15]; инжиниринг-центра и центра трансфера технологий;
- центра коллективного пользования приборно-аналитическим оборудованием, созданным на базе ТУВИКОПР СО РАН и Тувинского госуниверситета.

В начале работы малым предприятиям необходима поддержка со стороны крупных корпораций, как финансовая, так и сырьевая. Для их функционирования требуются значительные капитальные затраты для приобретения дорогостоящего лабораторного оборудования для анализа продукции, промышленного оборудования. Малые предприятия будут способствовать быстрой коммерциализации результатов исследований, адаптации к изменению условий во всех сферах деятельности и создадут результат в виде инновационной технологии либо инновационного продукта.

Развитие малотоннажной химии на основе углеперерабатывающих производств в Туве возможно в случае создания объектов производства и инфраструктуры за счет консолидации усилий и оптимального использования имеющихся природно-ресурсного, трудового, инновационного, географического, кластерного потенциалов. Формирование площадок для обмена опытом и поиска взаимовыгодных путей сотрудничества с научным сообществом будет стимулировать модернизацию процессов производства и выпуск продукции малотоннажной химии. Здесь эффективной организационной формой может стать создание энерго-углехимического кластера, объединяющего предприятия по добыче угля, новые инновационные предприятия, исследователей.

Социально-экономическая эффективность создания в Республике Тыва малотоннажных химических производств выражается в:

- увеличении количества рабочих мест более чем на 8,5 тыс.;
- росте валового регионального продукта в долгосрочной перспективе на 25-30%;
- быстрой коммерциализации результатов исследований, адаптации к изменению условий во всех сферах де-

ятельности и создании результата в виде инновационной технологии либо инновационного продукта;

- достижении среднероссийских параметров инновационной активности малых и средних промышленных предприятий. По нашим оценкам, через 5-7 лет после начала функционирования 18-22% МСП Тувы будут осуществлять технологические инновации;

- существенном снижении экологических рисков в сравнении с развитием масштабной углепереработки; в переработке и утилизации техногенных отходов.

ВЫВОДЫ

1. В условиях транспортной изолированности и других инфраструктурных ограничений, обуславливающих сдерживание инвестиций в экономику Тувы, целесообразно развитие малых и средних инновационных предприятий в Республике Тыва на основе углеперерабатывающих производств. Это позволит увеличить темпы и объем валового регионального продукта, снизить уровень безработицы за счет роста числа рабочих мест, повысить инновационную активность предприятий региона, нивелировать экологические риски.

2. Развитие малотоннажной углехимии возможно осуществлять в рамках формирования в регионе энерго-углехимического кластера, в который могут войти предприятия по добыче и переработке каменного угля и производству электро- и теплоэнергии, малые и средние инновационные предприятия по производству малотоннажной продукции, консалтинговые фирмы, научные учреждения с творческими коллективами ученых и технологов, университет и другие учебные заведения региона, инжиниринг-центр и центр трансфера технологий.

Список литературы

1. Клепиков Д.М., Выголов Н.В., Ильиных Л.В. Приоритетные направления развития малотоннажной химии в Российской Федерации // Вестник химической промышленности. 2016. № 5.
2. Куликова М.П., Балакина Г.Ф. Перспективы развития углеперерабатывающих производств в Республике Тыва // Уголь. 2019. № 11. С. 15-18. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-15-18.
3. Соян М.К. Оценка эффективности развития производственного комплекса и его влияния на социально-экономическое состояние региона: автореф. дис... канд. экон. наук. Новосибирск, 2006. 20 с.
4. Лебедев В.И., Дабиев Д.Ф. Эколого-экономические аспекты освоения месторождений каменного угля Улуг-Хемского бассейна (Республика Тыва) / Региональная экономика: технология, экономика, экология и инфраструктура. Материалы III международной научно-практической конференции. Кызыл, 23-25 октября 2019. С. 157–166.
5. Инновации. Достижения и наука Сибири. 2020-2021. Новосибирск: Издательский дом «Престиж». С. 42-43.
6. Научный потенциал Сибири: новые разработки и технологии. Новосибирск: Сибирский издательский центр, 2019. С.78-79.
7. Создание технологий и оборудования высокоэффективной экологически безопасной переработки минераль-

ного сырья и техногенных отходов. Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2006. 113 С.

8. Воздействие ионизирующего излучения на органические компоненты каменных углей и последующее коксование / С.А. Ондар, М.А. Михайленко, Б.П. Толочко и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 2019. Т. 27. № 5. С. 499-504.

9. Кара-сал Б.К., Сапелкина Т.В. Возможности использования вскрышных пород угледобычи Тувы для производства строительных материалов / Региональная экономика: технология, экономика, экология и инфраструктура. Материалы III международной научно-практической конференции. Кызыл, 23-25 октября 2019. С. 31-35.

10. Modified iron catalyst for direct synthesis of light olefin from syngas / Z.P. Hu, H. Zhao, C. Chen et al. // Catal. Today. 2018. Vol. 316. P. 214-222.

11. Ma R., Zhang X., Xu B. Catalytic partial oxidation of natural gas and renewable hydrocarbons/oxygenated hydrocarbons // Catal. Today. 2019. Vol. 338. P. 18-30.

12. Upgrading of stranded gas via non-oxidative conversion processes / Z.-P. Hu, D. Yang, Z. Wang et al. // Chin. J. Catal. 2019. Vol. 40. P. 1233-1237.

13. Куликова М.П., Балакина Г.Ф. Экологические преимущества подземной газификации углей в Республике Тыва // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 10. С. 60-65.

14. Кузнецова С.А. Малый и средний бизнес: инновационные приоритеты и проблемы развития // Регион: экономика и социология. 2016. № 2(90). С. 201-221.

15. Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Региональный консалтинг: приглашение к творчеству. СПб: Издательство «Маматов», 2017. 280 с.

Original Paper

UDC 66.021:622.7:622.33(571.52) © M.P. Kulikova, G.F. Balakina, 2021

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 6, pp. 40-43

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-40-43>

Title

DEVELOPMENT OF LOW-TONNAGE COAL CHEMISTRY BASED ON INNOVATIONS IN THE REPUBLIC OF TYVA

Authors

Kulikova M.P.¹, Balakina G.F.¹

¹ Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, 667007, Russian Federation

Authors Information

Kulikova M.P., PhD (Chemical), Senior Researcher, Associate Professor, e-mail: mpkulikova@mail.ru

Balakina G.F., Doctor of Economic Sciences, Deputy Director for Scientific, e-mail: balakina.gal@yandex.ru

Abstract

The paper discusses the results of research on Tyva coals: proposed technologies for processing to produce products (smokeless fuel, semi-coke, coke, carbon sorbents, carbon hard radiation absorber). The list of innovative developments of Siberian scientists on the processing of coal and mining waste, which can be used to create new production facilities based on small and medium-sized enterprises, is given. The structure of the complex of innovative enterprises for the production of low-tonnage products based on coal processing in the Republic of Tyva is proposed. It draws conclusions about the expediency of development of small and medium innovative enterprises on the basis of coal production, which will increase the pace and volume of the gross regional product, to reduce the level of unemployment due to the growth in the number of jobs, increase of innovation activity of enterprises of the region, to mitigate environmental risks.

Keywords

Low-tonnage chemistry, Republic of Tyva, Coal processing, Innovative technologies.

References

- Klepikov D.M., Vygodov N.V. & Ilyinykh L.V. Priority directions in the development of low-tonnage chemistry in the Russian Federation. *Vestnik himicheskoy promyshlennosti*, 2016, (5). (In Russ.).
- Kulikova M.P. & Balakina G.F. Prospects for the development of coal processing industries in the Republic of Tyva. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 15-18. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-15-18.
- Soyan M.K.. Efficiency assessment of industrial complex development and its impact on the social and economic state of the region: PhD (Economics) diss., Novosibirsk, 2006, 20 p. (In Russ.).
- Lebedev V.I. & Dabiev D.F. Environmental and economic aspects of coal deposits development in Ulug-Khemskiy basin (Tuva Republic) / Regional Economy: Technology, Economics, Ecology and Infrastructure. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Kyzyl, October 23-25, 2019, pp. 157-166. (In Russ.).

5. Innovations. Achievements and Science of Siberia. 2020-2021, Novosibirsk, Prestizh Publ., pp. 42-43. (In Russ.).

6. Siberia's scientific potential: new developments and technologies. Novosibirsk, Siberian Publishing Center, 2019, pp. 78-79. (In Russ.).

7. Designing of technologies and equipment for highly effective and environmentally safe processing of mineral raw materials and man-made wastes. Kyzyl, Tuva Institute of Integrated Development of Natural Resources of SB RAS Publ., 2006, 113 p. (In Russ.).

8. Ondar S.A., Mikhailenko M.A., Tolochko B.P. et al. Effects of ionizing radiation on organic components of coal and subsequent coking. *Himiya v interesah ustoychivogo razvitiya*, 2019. Vol. 27, (5), pp. 499-504. (In Russ.).

9. Kara-sal B.K. & Sapelkina T.V. Possibilities of using overburden rocks from Tuva coal mines for manufacturing of construction materials / Regional Economy: Technology, Economics, Ecology and Infrastructure. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Kyzyl, October 23-25, 2019, pp. 31-35. (In Russ.).

10. Hu Z.P., Zhao H., Chen C. et al. Modified iron catalyst for direct synthesis of light olefin from syngas. *Catal. Today*, 2018, Vol. 316, pp. 214-222.

11. Ma R., Zhang X., Xu B. Catalytic partial oxidation of natural gas and renewable hydrocarbons/oxygenated hydrocarbons. *Catal. Today*, 2019, Vol. 338, pp. 18-30.

12. Hu Z.-P., Yang D., Wang Z. et al. Upgrading of stranded gas via non-oxidative conversion processes. *Chin. J. Catal.*, 2019, Vol. 40, pp. 1233-1237.

13. Kulikova M.P. & Balakina G.F. Environmental advantages of underground coal gasification in the Tuva Republic. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2018, Vol. 22, (10), pp. 60-65. (In Russ.).

14. Kuznetsova S.A. Small and medium-sized business: priorities for innovations and challenges in development. *Region: ekonomika i sociologiya*, 2016, (2), pp. 201-221. (In Russ.).

15. Zamyatina N.Yu. & Pilyasov A.N. Regional consulting: an invitation to creativity. St. Petersburg, Mamatov Publ., 2017, 280 p. (In Russ.).

For citation

Kulikova M.P. & Balakina G.F. Development of low-tonnage coal chemistry based on innovations in the Republic of Tyva. *Ugol'*, 2021, (6), pp. 40-43. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-40-43.

Paper info

Received February 11, 2021

Reviewed April 14, 2021

Accepted May 17, 2021

MINERALS RESOURCES